

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA GEOGRÁFICA, GEOFÍSICA E ENERGIA



**Eficiência Energética em Edifícios:  
Auditoria Energética ao Edifício do Ginásio Clube Português**

José Pedro Parreira Godinho

**Mestrado integrado em Engenharia da Energia e Ambiente**

Dissertação orientada por:  
Prof. Dra. Marta João Nunes Oliveira Panão

2020

- Página intencionalmente em branco -

## Agradecimentos

A presente dissertação, correspondente ao trabalho final do Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e Ambiente, conta com uma importância especial associada a todo o percurso académico concluído com sucesso até à data.

Como tal, não podia deixar de agradecer a algumas pessoas e entidades que, de alguma forma, fizeram parte deste percurso:

- Ao Ginásio Clube Português, pela oportunidade de realizar este trabalho nas suas instalações e pelo gesto de confiança em mim depositada. Agradecimento especial ao Engenheiro Hugo Oliveira pelo acompanhamento e grande ajuda em tudo o que foi preciso, mesmo com as complicações associadas à pandemia COVID-19.
- À Professora Doutora Marta Panão, pela sua disponibilidade, orientação, ajuda e grande amabilidade em todas as fases desta dissertação.
- Aos meus pais e à minha irmã pelo apoio incondicional que sempre me deram.
- A todos os que me acompanharam ao longo da minha formação académica e que tiveram a devida importância ao meu desenvolvimento pessoal e profissional.

José Pedro Parreira Godinho

## Resumo

Uma auditoria energética permite a análise dos equipamentos consumidores de energia, comportamentos e condições de um determinado edifício, com vista à identificação de medidas de racionalização energética.

Este estudo consiste na realização de uma auditoria energética ao clube desportivo “Ginásio Clube Português” (GCP), em Lisboa. O objetivo principal foi, não só procurar uma melhoria na sua eficiência energética, como também a reduzir os seus custos de energia, oferecendo aos clientes a mesma qualidade e conforto de serviços numa economia mais sustentável e eficiente.

A primeira fase do trabalho consistiu numa análise global dos consumos energéticos através das faturas associadas às duas formas de energia usadas: energia elétrica e gás natural. Observou-se que o GCP é um grande edifício de comércio ou serviços (GES) com uma área superior a 1000m<sup>2</sup>, estando, no entanto, excluído de ser um consumidor intensivo de energia (CIE) com consumos de 168 e 165 tep nos anos de 2018 e 2019, respetivamente, muito inferior ao valor de referência de 500 tep definido pela legislação portuguesa, no contexto do SGCIE.

A segunda fase consistiu numa análise dos equipamentos consumidores de energia, sendo feito um levantamento de todos estes equipamentos e repartindo os seus consumos energéticos por setor (desagregação de consumos). Desta forma é possível perspetivar quais as áreas com maior potencial de economia e de que forma se deve atuar para melhorar.

A última fase consistiu num conjunto de propostas que visam reduzir os consumos energéticos do GCP, reduzindo os seus custos, instalando equipamentos mais eficientes e mantendo o conforto dos clientes.

**Palavras-Chave:** Auditoria energética; Eficiência Energética; Energia Elétrica; Gás natural; Ginásio Clube Português;

## **Abstract**

An energy audit allows the analysis of equipment's, behavior and conditions of a given building, with the objective of identifying energy rationalization measures.

This study consists of an energy audit to the sports club “Ginásio Clube Português” (GCP), in Lisbon. The main objective was not only to improve energy efficiency, but also to reduce their energy costs, offering customers the same quality and comfort of services in a more sustainable and efficient economy.

The first phase of the work consisted of a global analysis of energy consumption through bills associated with the two forms of energy used: electricity and natural gas. It was observed that the GCP is a large commercial or service building (GES) with an area of over 1000m<sup>2</sup>, however, excluded from being an energy intensive consumer (CIE) with consumption of 168 and 165 tep in the years 2018 and 2019, respectively, lower than the reference value of 500 toe defined by Portuguese legislation, in the context of SGCIE.

A second phase consisted of an analysis of the energy consuming equipment, with a survey of all the equipment and distribution of its energy consumption by sector (breakdown of consumption). In this way it is possible to have a sense of which areas the potential for savings is greater and how to act to improve.

The last phase consisted of a set of proposals aimed at reducing GCP's energy consumption, reducing its costs, installing more efficient equipment's and maintaining customer comfort.

**Key words:** Energy Audit; Energy Efficiency; Electricity; Natural gas; Ginásio Clube Português;

# Índice

1.	Introdução.....	1
1.1.	Enquadramento.....	1
1.2.	Apresentação do caso de estudo, Ginásio Clube Português .....	2
1.3.	Objetivo .....	3
1.4.	Organização da dissertação .....	4
1.5.	Cronograma.....	5
2.	Fundamentos Teóricos .....	6
2.1.	Energia .....	6
2.2.	Enquadramento Legal.....	7
2.2.1.	Protocolos Internacionais .....	7
2.2.2.	PNAER e PNAEE .....	7
2.2.3.	Plano Nacional Integrado de Energia e Clima (PNEC).....	7
2.2.4.	Norma NP EN ISO 50001:2012 .....	8
2.2.5.	Legislação aplicável .....	9
2.3.	Auditorias energéticas .....	10
2.3.1.	Metodologia a aplicar numa auditoria energética.....	11
3.	Caso de Estudo .....	13
3.1.	Caracterização do espaço .....	13
3.2.	Horário de funcionamento.....	14
3.3.	Mobilidade entre pisos .....	15
3.4.	Ocupação.....	16
4.	Caracterização da instalação .....	18
4.1.	Energia elétrica.....	18
4.1.1.	Sistema de iluminação.....	19
4.1.2.	Sistemas de climatização.....	21
4.1.3.	Outros equipamentos elétricos .....	24
4.2.	Gás natural.....	27
4.3.	Sistema de energia renovável .....	28
4.4.	Sistema conjunto - águas quentes sanitárias (AQS) .....	29
5.	Análise energética global .....	30
5.1.	Faturas de eletricidade.....	30
5.2.	Faturas de gás natural.....	35
5.3.	Eletricidade vs. gás natural.....	36

5.4.	Indicadores de desempenho.....	38
5.4.1.	Consumo de energia Vs. temperatura (°C) .....	38
5.4.2.	Consumo de energia Vs. área (m <sup>2</sup> ) .....	40
5.4.3.	Consumo elétrico Vs. horas de funcionamento .....	41
5.4.4.	Consumo Vs. horas de luz diária .....	42
6.	Desagregação de consumos .....	44
7.	Propostas de Eficiência energética .....	47
7.1.	Reestruturação do sistema de energia renovável.....	47
7.1.1.	Implantação da central fotovoltaica.....	48
7.1.2.	Estudo de Irradiação solar .....	49
7.1.3.	Modelo dos painéis fotovoltaicos.....	49
7.1.4.	Estudo de produção e retorno económico .....	50
7.2.	Reformulação dos sistemas de climatização .....	53
7.2.1.	Termoventiladores.....	53
7.2.2.	Sistema de ar condicionado .....	53
7.3.	Instalação de sensores de iluminação .....	53
7.4.	Colocação de Caixilharias nas janelas no Bloco B do complexo.....	54
7.5.	Outras sugestões de melhoria .....	54
8.	Conclusões e trabalho futuro .....	56
	Referências bibliográficas .....	58
	Anexos.....	60
	Anexo I – Folhas de Ocupação - Ginásios .....	60
	Anexo II – Pressupostos – Desagregação de consumos .....	64
	Anexo III – Plantas de Arquitetura.....	66
	Anexo IV – Características dos ascensores nº1 e nº2.....	70
	Anexo V – Fotografias do complexo desportivo.....	70

## Índice de figuras

Figura 1.1. Consumo de energia final no setor dos serviços, 2018. Fonte de dados: DGEG.....	1
Figura 1.2. Consumo de energia final no setor dos serviços, por recurso energético 2018. Fonte de dados: DGEG.....	2
Figura 1.3. Localização Geográfica do GCP. Fonte de dados: Google Earth.....	3
Figura 2.1. Processos de transformação de energia até utilização final .....	6
Figura 2.2. Metas de Portugal para o horizonte 2030.....	8
Figura 2.3. Etapas de uma auditoria energética.....	12
Figura 3.1. Vista aérea do GCP .....	13
Figura 3.2. Esquema da mobilidade entre pisos .....	15
Figura 4.1. QGBT existentes na sala do Posto de Transformação.....	18
Figura 4.2. Pormenores de iluminação GCP .....	20
Figura 4.3. Pormenores de Climatização no GCP .....	24
Figura 4.4. Outros consumidores de Energia elétrica .....	26
Figura 4.5. Caldeira existente na central térmica do GCP.....	27
Figura 4.6. Painéis solares térmicos no topo do GCP .....	28
Figura 5.1. Representação mensal da potência de ponta em 2018/2019 .....	30
Figura 5.2. Ciclo horário semanal de acordo com a Endesa.....	31
Figura 5.3. Representação mensal da energia elétrica por período - 2018 .....	32
Figura 5.4. Representação mensal da energia elétrica por período - 2019 .....	32
Figura 5.5. Distribuição percentual de energia elétrica por período - 2018.....	33
Figura 5.6. Distribuição percentual de energia elétrica por período - 2019 .....	33
Figura 5.7. Consumo elétrico mensal de 2018 e 2019 + Abril/Agosto de 2020 .....	34
Figura 5.8. Consumo de gás natural mensal em 2018 e 2019 .....	35
Figura 5.9. Percentagem de energia consumida em Eletricidade Vs. Gás Natural .....	37
Figura 5.10. Custo de Eletricidade Vs. Gás natural.....	38
Figura 5.11. Correlação entre o consumo mensal de eletricidade e a temperatura média mensal em 2018 e 2019 .....	39
Figura 5.12. Correlação entre o consumo mensal de gás natural e a temperatura média mensal em 2018 e 2019 .....	39
Figura 5.13. Correlação entre a energia primária consumida e a temperatura média mensal em 2018 e 2019.....	40
Figura 5.14. Consumo de energia primária por unidade de área. Fonte de dados: “step2sport integrated report” .....	41
Figura 5.15. Consumo Vs. Horas de luz diária – 2018 .....	43
Figura 5.16. Consumo Vs. Horas de luz diária - 2019 .....	43
Figura 6.1. Desagregação de consumos dos espaços concessionados GCP.....	44
Figura 6.2. Desagregação de principais consumos no edifício GCP .....	45
Figura 6.3. Consumo em climatização desagregado .....	45
Figura 7.1. Esquema UPAC. Fonte de dados: eurotermica.pt .....	47
Figura 7.2. Zona de Instalação do sistema fotovoltaico. Fonte de imagem: Google Maps .....	48
Figura 7.3. Curva de Potência de Semana tipo - Inverno e Verão.....	48
Figura 7.4. Produção mensal de eletricidade por parte do sistema PV (KWh) .....	50
Figura 7.5. Consumo elétrico proveniente do sistema solar fotovoltaico Vs. Endesa .....	50
Figura 7.6. produção fotovoltaica vs Custo de consumo da rede (€).....	51



## Índice de tabelas

Tabela 3.1. Áreas dos diferentes espaços do GCP .....	14
Tabela 3.2. Taxa de ocupação dos ginásios desportivos .....	16
Tabela 3.3. Taxa de ocupação dos restantes espaços .....	17
Tabela 4.1. Quadro de iluminação no GCP .....	19
Tabela 4.2. Sistemas de ar condicionado existente no GCP .....	21
Tabela 4.3. UTAs existentes no GCP .....	22
Tabela 4.4. Termoventiladores existentes no GCP .....	23
Tabela 4.5. Outros Equipamentos elétricos existentes no GCP .....	24
Tabela 4.6. Equipamentos a Gás Natural existentes no GCP .....	27
Tabela 4.7. Características dos coletores solares .....	28
Tabela 5.1. Equivalências energéticas Eletricidade e Gás Natural .....	36
Tabela 5.2. Consumos e custos de Eletricidade e Gás natural nos anos de 2018 e 2019 .....	36
Tabela 5.3. Consumo total de Energia primária em unidades tep .....	37
Tabela 5.4. Consumo elétrico médio mensal por hora de funcionamento (kWh) - 2019 .....	42
Tabela 6.1. Leituras efetuadas nos contadores 7/10 e 8/10 .....	44
Tabela 6.2. Distribuição do consumo de eletricidade e consumo térmico no GCP e no relatório Step2Sport .....	46
Tabela 6.3. Distribuição do consumo energético no GCP e no relatório Step2Sport .....	46
Tabela 7.1. Irrrandiância média mensal e diária na localização em estudo .....	49
Tabela 7.2. Características do painel fotovoltaico selecionado .....	49
Tabela 7.3. Cash-flows investimento a 20 anos .....	51
Tabela 7.4. Quadro de Resumo sistema fotovoltaico .....	52

## Acrónimos

ADENE – Agência para a energia

AQS – Águas Quentes Sanitárias

COP – Coeficiente de Desempenho

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia

EC – Energia Consumida

ECM – Medidas de Conservação de Energia

GCP – Ginásio Clube Português

GEE – Gases de Efeito de Estufa

GES – Grande Edifício de Serviços

IPQ – Instituto Português de Qualidade

ISO – *International Standard Organization*

OPEP- Organização de Países Exportadores de Petróleo

PCS – Poder Calorífico Superior

PE – Poupança Energética

PNAC – Plano Nacional Alterações Climáticas

PNAEE - Plano Nacional Ação Eficiência Energética

PNAER – Plano Nacional Ação Energias Renováveis

PNEC – Plano Nacional de Energia e Clima

PT – Posto de Transformação

PVGIS – *Photovoltaic Geographical Information System*

QGBT – Quadro Geral de Baixa Tensão

RECS – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços

REH – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios Habitação

RESP – Rede Elétrica de Serviço Público

RNC – Roteiro para a Neutralidade Carbónica

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização e Edifícios

SCE – Sistema de Certificação Energética em Edifícios

SGCIE – Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia

SGE – Sistemas de Gestão de Energia

TEP – Toneladas Equivalentes de Petróleo

TIR – Taxa Interna de Retorno

UE- União Europeia

UPAC – Unidade de Produção para Autoconsumo

UPS - *United Parcel Service*

UTA – Unidade de Tratamento de Ar

## 1. Introdução

### 1.1. Enquadramento

À medida que a sociedade mundial se torna mais desenvolvida, é notório o crescente aumento de bem-estar e qualidade de vida por parte do ser humano, contribuindo nas últimas décadas para uma explosão demográfica à escala mundial. Este facto resulta num grande aumento da procura de bens e serviços alimentados pela utilização de grandes recursos energéticos, muitas vezes utilizados de forma pouco responsável.

Torna-se assim necessário apelar às sociedades que invistam em políticas de preocupação com poupança de energia e eficiência energética, como contributo para um futuro sustentável do planeta terra.

A União Europeia (UE) tem desenvolvido várias estratégias de desenvolvimento sustentável que permitem a redução do consumo energético em geral, assim como a redução da sua dependência energética face aos países exportadores de petróleo (OPEP). Outras medidas que têm sido desenvolvidas passam pelo aumento da inserção de energias provenientes de fontes renováveis e o aumento da eficiência energética nos vários setores económicos.

A nível nacional, verifica-se que Portugal tem uma taxa de dependência energética ainda bastante elevada, tendo registado em 2018 valores na ordem dos 76%. É, no entanto, notória a privilegiada localização geográfica de Portugal no que respeita às condições de aproveitamento de energia solar, sendo um dos países que dispõe de maior número de horas de sol anuais. Desta forma, é de todo o interesse a implementação de medidas que potenciem a utilização deste tipo de energias renováveis, aproveitando as tecnologias e os grandes avanços tecnológicos que têm sido feitos nesta área.

Segundo os dados fornecidos pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) e pela ADENE - Agência para a Energia, na 2ª publicação “*A energia em números*” de Junho de 2020, verificou-se um consumo de energia final no setor dos serviços de 14.2% em 2018. Dentro deste setor a eletricidade representa 73% de todo o consumo de energia final.

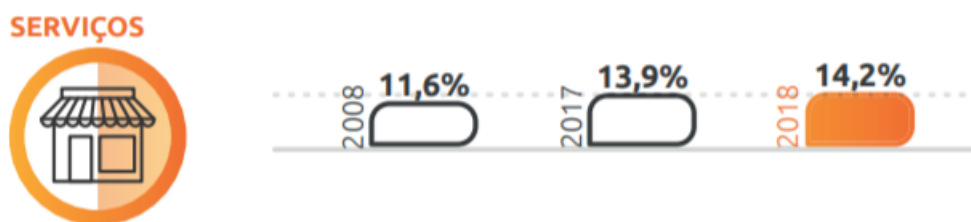


Figura 1.1. Consumo de energia final no setor dos serviços, 2018. Fonte de dados: DGEG

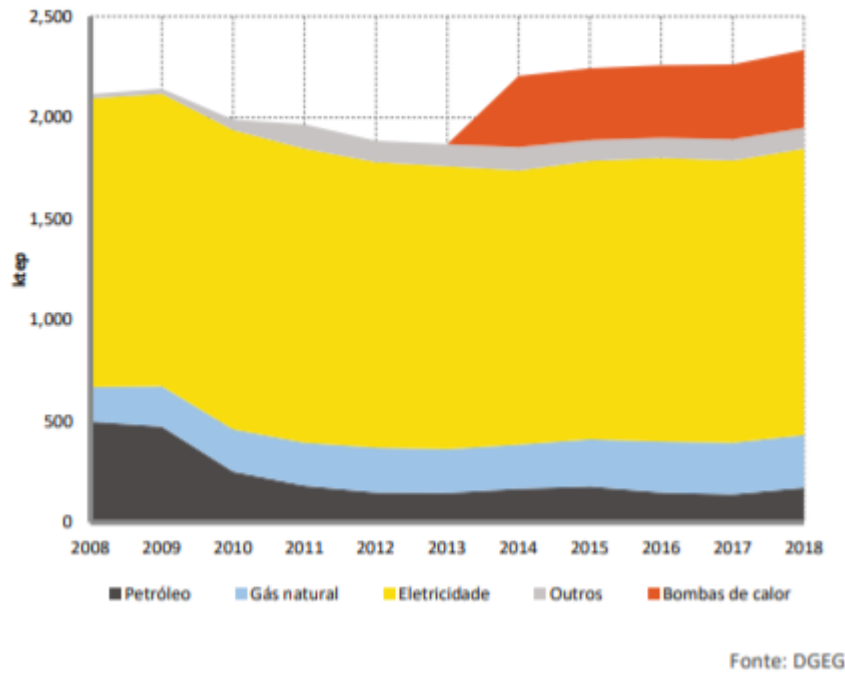


Figura 1.2. Consumo de energia final no setor dos serviços, por recurso energético 2018. Fonte de dados: DGEG

*Nota:* A percentagem associada às bombas de calor, na figura 1.2, representa o seu contributo renovável no setor dos serviços.

Os grandes edifícios de serviços (GES), como é o caso do edifício do Ginásio Clube Português<sup>1</sup>, são muitas vezes grandes consumidores de energia. Os elevados encargos com faturas energéticas nas contas destas empresas, levam os decisores económicos a incentivarem o investimento numa racionalização de consumos, procurando aumentar a sua competitividade no mercado em relação a outras empresas concorrentes, oferecendo aos seus clientes a mesma qualidade e conforto de serviços numa economia mais sustentável.

Uma das melhores ferramentas de avaliação do desempenho energético deste tipo de edifícios são as auditorias energéticas, abrindo espaço ao surgimento de novas empresas habilitadas à realização destas auditorias, caracterizando consumos energéticos, sistemas mecânicos, comportamentos, entre outros. Identificam-se as várias oportunidades de melhoria energéticas e propõem-se soluções de eficiência energética particulares ao caso de estudo.

## 1.2. Apresentação do caso de estudo, Ginásio Clube Português

Esta dissertação foi desenvolvida no edifício do Ginásio Clube Português, sediado na Praça Ginásio Clube Português, nº1, Rato – Lisboa, Portugal.

<sup>1</sup> De acordo com a definição da alínea ff) do artigo 2º do Decreto-Lei nº118/2013, de 20 de Agosto

O Ginásio Clube Português é um clube Português, fundado em 1875, com grandes tradições no desenvolvimento desportivo, social e cultural, sendo o clube mais eclético do País e um dos mais antigos do mundo.

O Clube conta com cerca de 11.000 sócios, dos quais cerca de 5.000 são praticantes.

Dentro do seu edifício praticam-se cerca de 50 atividades distintas, em áreas de formação, competição, representação e exercício e bem-estar.

Coordenadas: Latitude: 38° 43' 17.42'' N

Longitude: 9° 09' 24.53'' O

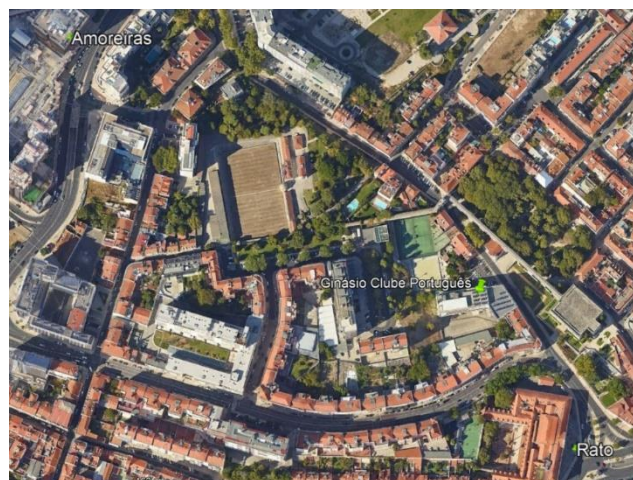
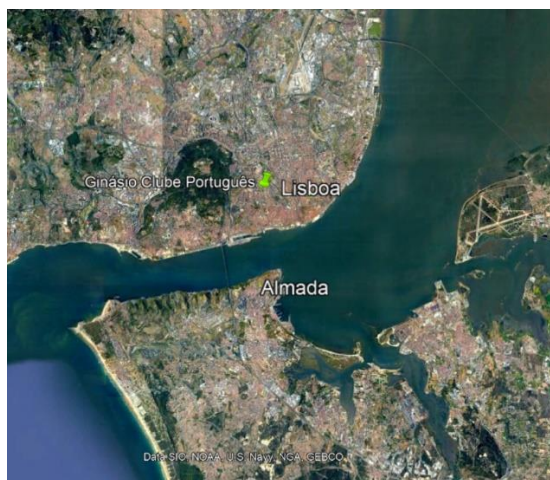


Figura 1.3. Localização Geográfica do GCP. Fonte de dados: Google Earth

### 1.3. Objetivo

O objetivo principal da dissertação é fazer uma análise ao desempenho energético do edifício do Ginásio Clube Português (GCP), através da avaliação dos vários dados recolhidos, quer através de faturas, documentos de compra, fichas técnicas e análise de circuitos, bem como pela verificação e medição direta no edifício. O trabalho realizado será dividido nas seguintes etapas:

1. Recolha da informação disponível acerca das taxas de ocupação do edifício, faturas energéticas, documentos dos equipamentos e plantas de arquitetura através de visitas às instalações;
2. Tratamento dos dados recolhidos, através de tabelas, gráficos e imagens;
3. Análise de características técnicas e de funcionamento dos vários equipamentos elétricos existentes, identificando possíveis medidas de melhoria de redução de consumo de energia;
4. Caracterização do consumo energético após medições e análise de resultados
5. Estudo de viabilidade técnico-financeira com previsões anuais de poupança energética.
6. Conclusões finais tendo em consideração a vertente energética, de conforto e económica da empresa.

Pretende-se contribuir para que o GCP seja um exemplo de eficiência energética no setor dos grandes edifícios de clubes desportivos, motivando outros a seguir o caminho da sustentabilidade energética. É essencial a realização deste tipo de estudos em todos os edifícios existentes, contribuindo para o aumento da eficiência energética em Portugal e no Mundo.

#### **1.4. Organização da dissertação**

A presente dissertação encontra-se dividida em 8 capítulos:

##### Capítulo 1 – Introdução

Faz-se um enquadramento do trabalho, apresentação da empresa auditada e objetivos;

##### Capítulo 2 - Fundamentos Teóricos

Faz-se um enquadramento legal, legislação aplicável e introdução teórica às auditorias energéticas;

##### Capítulo 3 – Caso de Estudo

Neste capítulo faz-se uma apresentação ao GCP, caracterizando todo o espaço, o horário de funcionamento, a mobilidade entre pisos e ocupações diárias.

##### Capítulo 4 – Caracterização da Instalação

Aborda os diferentes tipos de energia consumidos, assim como os sistemas associados a cada um deles;

##### Capítulo 5 – Análise energética Global do GCP

Análise das faturas energéticas de eletricidade e gás natural nos anos de 2017 e 2018;

##### Capítulo 6 – Desagregação de Consumos

Descreve as leituras feitas aos contadores disponíveis, e desagrega os vários consumos existentes no complexo desportivo;

##### Capítulo 7 – Propostas de eficiência energética

Propõe-se medidas de eficiência energética, com as respetivas análises de poupança;

##### Capítulo 8 – Conclusões;

## 1.5. Cronograma





## 2. Fundamentos Teóricos

Pretende-se neste capítulo fazer uma revisão geral acerca da energia e de como esta pode ser transformada. Faz-se também um enquadramento da legislação em vigor para edifícios de serviços, assim como dos processos de auditorias energéticas em Portugal, salientando os seus principais objetivos e benefícios.

### 2.1. Energia

A energia dá acesso a um estilo de vida e conforto que não seria possível de alcançar sem o uso dos recursos energéticos disponíveis no planeta terra.

Dentro do conceito geral de energia, é importante diferenciar a energia primária da energia final. A energia primária é a energia que se encontra disponível na natureza, como o petróleo e gás natural e as energias renováveis (energia solar, energia eólica, energia hídrica, entre outros). A energia final é a energia disponibilizada aos consumidores sob diferentes formas, como por exemplo a eletricidade.

É importante salientar que existem formas de energia primária que coincidem com as de energia final, como é o caso do gás natural, da lenha e da biomassa, já que estas são disponibilizadas diretamente aos consumidores.

A figura 2.1. representa um esquema que descreve de forma geral os processos de transformação de energia primária até à utilização final por parte dos consumidores.

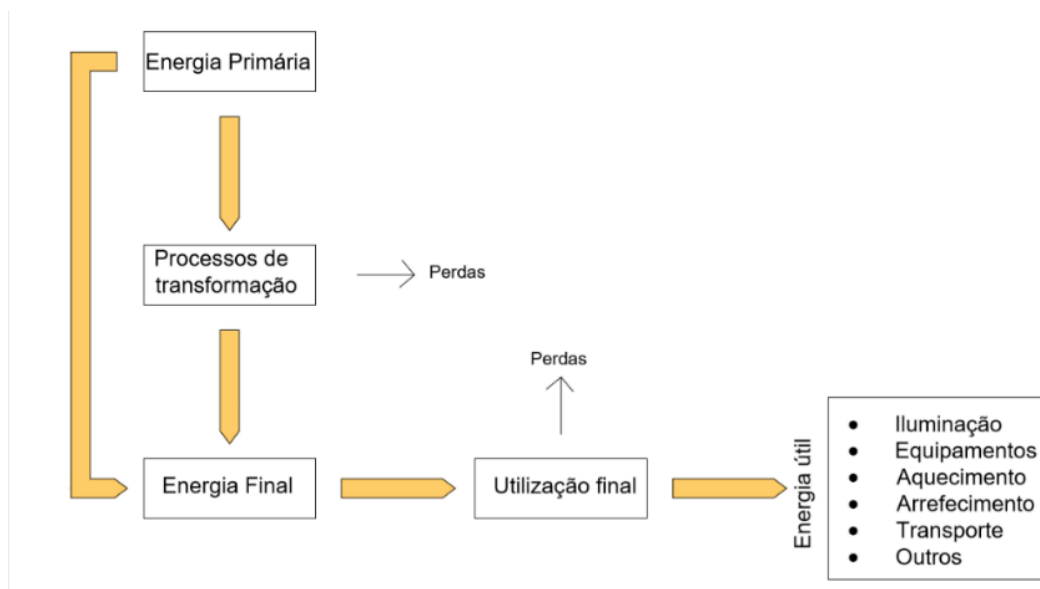


Figura 2.1. Processos de transformação de energia até utilização final

## **2.2. Enquadramento Legal**

### **2.2.1. Protocolos Internacionais**

Ao longo das últimas décadas tem existido um esforço na criação e promoção de medidas de eficiência energética com o principal objetivo de combate às alterações climáticas. No mundo inteiro estabeleceram-se protocolos e acordos de forma a assegurar o sucesso deste objetivo.

De entre todos, os mais importantes são o Protocolo de Quioto, assinado em 1997, com o principal objetivo de reduzir a emissão de gases de efeito de estufa na atmosfera e o Acordo de Paris, assinado em 2015 e com o principal objetivo de dar uma resposta ao rápido aumento da temperatura média do planeta terra (limitar o aumento médio da temperatura em 1.5°C).

Estes acordos contribuíram de forma significativa, embora que não suficiente, no combate às alterações climáticas, levando a melhorias sustentáveis a nível comportamental e de estratégia em muitos países do planeta.

### **2.2.2. PNAER e PNAEE**

Portugal apresentou, em 2010, um importante Plano Nacional de Ação para as energias renováveis (PNAER), seguindo a diretiva 28/2009/CE do parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Abril de 2009. Neste plano foram traçados objetivos de incentivo às várias fontes de energias renováveis nos setores dos transportes, eletricidade e aquecimento e arrefecimento.

Em 2013, foi apresentado e aprovado o Plano Nacional de Ação para a Eficiência energética para o período 2013-2016 (PNAEE 2016) e um novo plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis para o período 2013-2020 (PNAER 2020).

O principal objetivo destes planos era a integração das preocupações relativas à redução de energia primária no horizonte de 2020 da diretiva 2012/27/EU do parlamento europeu e do Conselho relativamente à eficiência energética, com base em três eixos principais de atuação: Ação, Monitorização e Governação.

O PNAEE passou assim a abranger 6 áreas específicas: Transportes, Residencial e Serviços, Indústria, Estado, Comportamentos e Agricultura.

### **2.2.3. Plano Nacional Integrado de Energia e Clima (PNEC)**

Através do regulamento (EU) 2018/1999 do parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de Dezembro de 2018, foi criado o Plano Nacional Integrado de Energia e Clima (PNEC), definindo este as principais ações e contributos no desenvolvimento de eficiência energética em Portugal, promoção das energias renováveis e redução de GEE.

Este plano é o mais importante plano de política energética e climática em Portugal no horizonte de 2020-2030, substituindo e compactando os três planos nacionais anteriores (PNAER, PNAC e PNAEE).

O PNEC inclui assim uma caracterização da situação existente em matéria de Energia e Clima, abrangendo as cinco dimensões do Regulamento: descarbonização, eficiência energética, segurança de abastecimento, mercado interno da energia e investigação, inovação e competitividade, bem como a definição dos contributos nacionais e políticas e medidas planeadas para o cumprimento dos diferentes compromissos globais da União, incluindo em termos de redução de emissões de gases com efeito de estufa, energias renováveis, eficiência energética e interligações. A Figura 2.2 ilustra as metas e contributos nacionais definidos para o horizonte 2030 no âmbito do Plano Nacional integrado Energia Clima (PNEC).

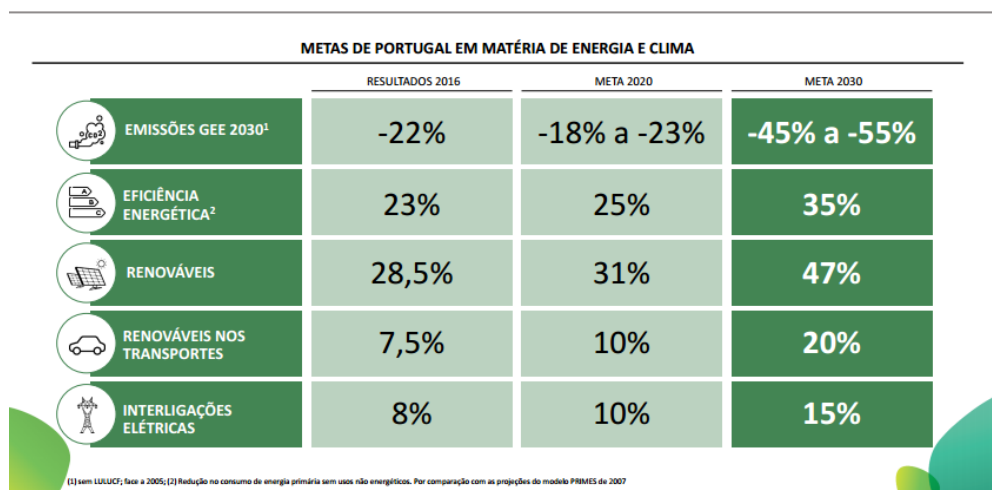


Figura 2.2. Metas de Portugal para o horizonte 2030. Fonte de dados: Portugal Energia

O PNEC está também alinhado com o Roteiro para a Neutralidade Carbónica (RNC 2050), assumido de forma clara por parte de Portugal o objetivo de alcançar a neutralidade carbónica até 2050.

#### 2.2.4. Norma NP EN ISO 50001:2012

No ano de 2012 foi adotada a Norma Europeia ISO 50001 – sistemas de gestão de energia, elaborada pela “*International Organization for Standardization*” ISO/TC 242 e adaptada pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ) “Energy Management”, tendo-lhe sido atribuído, em Portugal, o estatuto de Norma Nacional.

A ISO 50001 é aplicável em qualquer organização do mundo que pretenda estar na vanguarda da gestão de energia e tem como principais objetivos o estabelecimento de requisitos que um sistema de gestão de energia (SGE) deve ter, aumentando o seu desempenho energético e a sua eficiência e diminuindo os seus impactos ambientais.

A utilização de um sistema de gestão de energia (SGE) deve assegurar os seguintes aspetos essenciais:

- Conhecimento dos consumos energéticos da organização: porquê/como/onde/quando se consome energia e quanto se consome de energia;
- Contabilização e monitorização da evolução dos consumos energéticos;

- Disponibilização de dados para a tomada de decisões sobre as medidas a adotar para a melhoria do desempenho energético;
- Adoção de medidas que permitam otimizar a utilização de energia;
- Controlo do resultado das ações de investimentos realizados para a melhoria do desempenho energético.

A norma é baseada numa metodologia “*Plan-Do-Check-Act*” (PDCA), sendo uma ferramenta de qualidade na prática diária das organizações.

- “*Plan*” (Planear): realizar a avaliação energética, estabelecer a linha orientadora, os indicadores de desempenho energético (IDE), objetivos, metas e planos de ação necessários para fornecer resultados de acordo com as oportunidades que vão melhorar o desempenho energético da organização;
- “*Do*” (Executar): implementar os planos de ação de gestão de energia definidos anteriormente;
- “*Check*” (Verificar): monitorizar e medir os processos e produtos principais que determinam o desempenho energético de acordo com a política adotada;
- “*Act*” (Atuar): face aos resultados atingidos devem ser tomadas ações que visem melhorar continuamente o desempenho do SGE.

A aplicabilidade desta norma traz vários benefícios para as organizações, podendo esta ser demonstrada por meio de autoavaliações ou certificações externas no âmbito do SGE. Alguns desses benefícios passam por:

- Garantir um maior nível de controlo energético;
- Demonstrar compromisso e transparência;
- Reduzir custos de energia;
- Identificar as oportunidades de melhoria dos seus sistemas, processos e equipamentos;

As políticas energéticas deste tipo de organizações não têm obrigatoriamente de ser complexas, podendo muitas vezes ser medidas simples e claras a aplicar no dia-a-dia das suas atividades específicas.

#### **2.2.5. Legislação aplicável**

Para além das várias normas europeias e dos planos nacionais, existe também legislação que procura regular e categorizar o tema. Foi selecionada a legislação mais relevante para a temática das auditorias energéticas e da gestão eficiente de energia:

##### Decreto-Lei nº79/2006, 4 de Abril

Aprova o regulamento de sistemas energéticos de climatização em edifícios (RSECE).

Decreto-Lei nº71/2008, 15 de Abril, alterado pela Lei nº7/2013, 22 de Janeiro

Regula o sistema de gestão dos consumos intensivos de energia (SGCIE).

Despacho nº17313/2008, de 26 de Junho

Procede à publicação dos fatores de conversão para toneladas equivalentes de petróleo (tep) de teores de energia em combustíveis selecionados para utilização final, bem como os respetivos fatores para cálculo da Intensidade Carbónica (IC).

Decreto-Lei nº 118/2013, de 20 de Agosto

Visa promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios através do Sistema Certificação Energética dos edifícios (SCE), que integra o regulamento de desempenho energético dos edifícios de habitação (REH) e o regulamento de desempenho energético dos edifícios de comércio e serviços (RECS).

Despacho (extrato) n.º 15793-D/2013

Procede à publicação dos fatores de conversão entre energia útil e energia primária a utilizar na determinação das necessidades nominais anuais de energia primária.

### **2.3. Auditorias energéticas**

Uma auditoria energética consiste num procedimento através do qual se obtém um conhecimento adequado sobre as características do consumo energético, com o objetivo de obter um perfil de consumo de um determinado edifício.

Pretende-se conhecer como, onde e quando a energia é utilizada, onde a energia poderá estar a ser desperdiçada e qual a eficiência dos vários equipamentos, quantificando o custo efetivo de poupança energética que pode ser obtido através de melhorias.

Existem vários níveis de auditorias energéticas, podendo estes variar de acordo com as características do edifício e os parâmetros definidos pelo cliente:

Nível 0 – Auditoria por comparação de indicadores de eficiência energética

Este tipo de auditoria inclui a realização de uma análise ao uso e custos da energia, determinando os índices de referência, com base nas faturas associadas ao consumo energético. Pode ser comparada com edifícios semelhantes ou com o próprio edifício em anos anteriores.

#### Nível 1 - Auditoria de visita (*Walk-Through Audit*)

Em adição ao nível 0, é feita uma visita às instalações a auditar, de forma a analisar os elementos construtivos e equipamentos consumidores de energia. Este tipo de auditoria apresenta uma estimativa de poupanças e uma lista de oportunidades de baixo custo através de melhorias nas práticas operacionais e de manutenção.

#### Nível 2 - Auditoria padrão de análise

Este tipo de auditoria inclui um maior detalhe no uso de energia fazendo uma avaliação mais alargada dos equipamentos e sistemas operativos. A auditoria pode incluir medições e testes no local, usando cálculos para analisar eficiências, poupança energética e económica com as várias melhorias propostas ao cliente.

#### Nível 3 – Análise detalhada com simulação computacional

É o tipo de auditoria que inclui mais detalhe no uso de energia nos vários setores, utilizando programas de simulação computacional. O objetivo é construir um perfil de consumo base de acordo com o consumo real da instalação e, posteriormente, realizar uma simulação com potenciais alterações de forma a reduzir o perfil base anteriormente definido. A simulação contabiliza todas as interações entre sistemas, de forma a ser o mais real possível com a realidade. Este tipo de auditorias torna-se dispendioso e demorado, tendo em conta a quantidade de informação detalhada que é necessário recolher.

A auditoria ao Ginásio Clube Português procurou aproximar-se o máximo possível do Nível 2 de referência, que inclui os dois níveis anteriores, não tendo sido possível completar na íntegra todos os pontos por ele referidos.

#### **2.3.1. Metodologia a aplicar numa auditoria energética**

Na realização de uma auditoria energética, é importante definir uma sequência de passos a aplicar ao longo da mesma. Existem várias possibilidades (que dependem do tipo de edifício, atividade, certificação, nível), no entanto, em linhas gerais, as fases pelas quais uma auditoria energética se deve guiar estão apresentadas no esquema abaixo.



*Figura 2.3. Etapas de uma auditoria energética.*

### 3. Caso de Estudo

#### 3.1. Caracterização do espaço

Como referido anteriormente, no capítulo 1.2, o Ginásio Clube Português é um clube que tem como foco o desenvolvimento desportivo, social e cultural no País. Neste momento oferece 50 modalidades distintas.

O clube é composto por:

- Edifício sede de 8 pisos em forma de “L” com aproximadamente 8.500 m<sup>2</sup>. A construção do edifício principal foi feita em duas fases, tendo a primeira sido concluída em 1973 (Bloco A) e a segunda em 1989 (Bloco B).

- Parque de estacionamento coberto de 3 pisos com aproximadamente 5828 m<sup>2</sup>, construído em 2018.

- Espaço exterior com 6 campos de padel e 2 campos de ténis com aproximadamente 1800m<sup>2</sup>, remodelado em 2018, em simultâneo com a construção do parque de estacionamento.

Sendo o GCP um clube centenário e a sede atual construída em fases, não existem projetos atualizados de todo o complexo desportivo. Existem, no entanto, vários projetos das remodelações e ampliações que foram sido efetuadas ao longo dos anos, estando essa informação um pouco dispersa nos arquivos do clube.

Embora este relatório não englobe uma análise térmica do edifício, é importante referir que, durante as várias visitas ao local, verificou-se que as janelas exteriores possuem vidros duplos. De forma a melhorar a eficiência térmica do edifício, foram recentemente substituídas as caixilharias antigas por novas (apenas no bloco A do edifício). Os vidros dos ginásios 62 e 71, nos pisos 6 e 7, respetivamente (Tabela 3.1), possuem películas refletoras de proteção solar. Por ter sido uma obra recentemente terminada, não me foi possível contabilizar a diferença no consumo aquando desta instalação, sendo, portanto, uma limitação no presente trabalho.



Figura 3.1. Vista aérea do GCP



O quadro seguinte descreve os diferentes espaços do Ginásio Clube Português, descrevendo as áreas úteis de cada piso:

Tabela 3.1. Áreas dos diferentes espaços do GCP

	Pisos	Espaços	Área (m2)
<b>Edifício</b>	Piso 0*	Ginásio 01, Ginásio 02, Arrumos	525
	Piso 1*	Ginásio 11, Ginásio 12, Ginásio 13, Ginásio 14, Zonas de circulação, salas de espera, Clube Saúde, Gabinetes de Consultas, Centro de estética, Lavandaria, Posto de transformação, SPA <sup>(1)</sup> , Central térmica, Arrumos	1041
	Piso 2	Hall de entrada, receção, Gabinetes de direção, Ginásio 21, I.S, balneários masculinos, Sala UPS, Arrumos	974
	Piso 3	Ginásio 31, Ginásio 32, Oficina, Balneários femininos, Balneário infantil, Hair FIT <sup>(1)</sup> , Fun Space, Arrumos	1322
	Piso 4	Ginásio 41, Ginásio 42, Ginásio 43, Biblioteca, Bar, Restaurante, Cozinha <sup>(1)</sup> , Auditório, Salas de Reunião, I.S, Arrumos	1848
	Piso 5	Ginásio 51, Ginásio 52, Ginásio 53, I.S, Arrumos	1338
	Piso 6	Ginásio 61, Ginásio 62, Zona de circulação	808
	Piso 7	Ginásio 71, Ginásio 72, Zonas de circulação, Arrumos	366
	Piso 8	Ginásio 81, Gabinete, Casa das máquinas, Arrumos	250
<b>Estacionamento</b>	Piso -1	81 lugares de estacionamento, Área técnica	1994
	Piso 0	66 lugares de estacionamento, I.S, Área técnica	2221
	Piso 1	55 lugares de estacionamento, Arrecadação, Área técnica	1613
<b>Espaço Exterior</b>	-	Campos de Ténis <sup>(1)</sup> , Campos de Padel, Zonas de circulação	1800
<b>TOTAL:</b>			<b>16098</b>

\*Pisos abaixo do nível do solo. Piso 0 – Cave, Piso 1 – Semi-Cave

(1) Áreas concessionadas: SPA, Hair Fit, Cozinha/Restaurante, Campos de ténis.

### 3.2. Horário de funcionamento

O ginásio Clube Português está aberto durante todos os dias da semana com o seguinte horário de funcionamento:

- 2ª a 6ª feira: 07h00 às 24h00  
Sábados: 09h00 às 20h00  
Domingos e feriados: 09h00 às 24h00

Importante referir que este é o horário geral do GCP, existindo horários específicos para os diferentes espaços dentro do edifício (Restaurante, Lavandaria, SPA, Recepção, Sala de exercício, ginásios, entre outros).

### 3.3. Mobilidade entre pisos

O edifício é composto por três vãos de escadas:

- Vão nº1, localizado na parte nordeste do edifício, tem início no piso 0 e termina no piso 5.
- Vão nº2, localizado na parte sudoeste do edifício, tem início no piso 1 e termina no piso 7.
- Vão nº3 - localizado na parte central do edifício tem início no piso 2 e termina no piso 4.

O acesso ao piso 8 é feito exclusivamente por outro vão de escadas próximo deste (início no piso 7 e termino piso 8).

Fazem também parte do edifício quatro elevadores.

- Elevadores nº1 e nº2, localizados junto ao vão nº2, iniciam no piso 2 e terminam no piso 7.
- Elevador nº3, localizado na parte central do edifício, inicia no piso 2 e termina no piso 4.
- Elevador de Serviço, inicia no piso 1 e termina no piso 7 (com menor capacidade que os restantes).

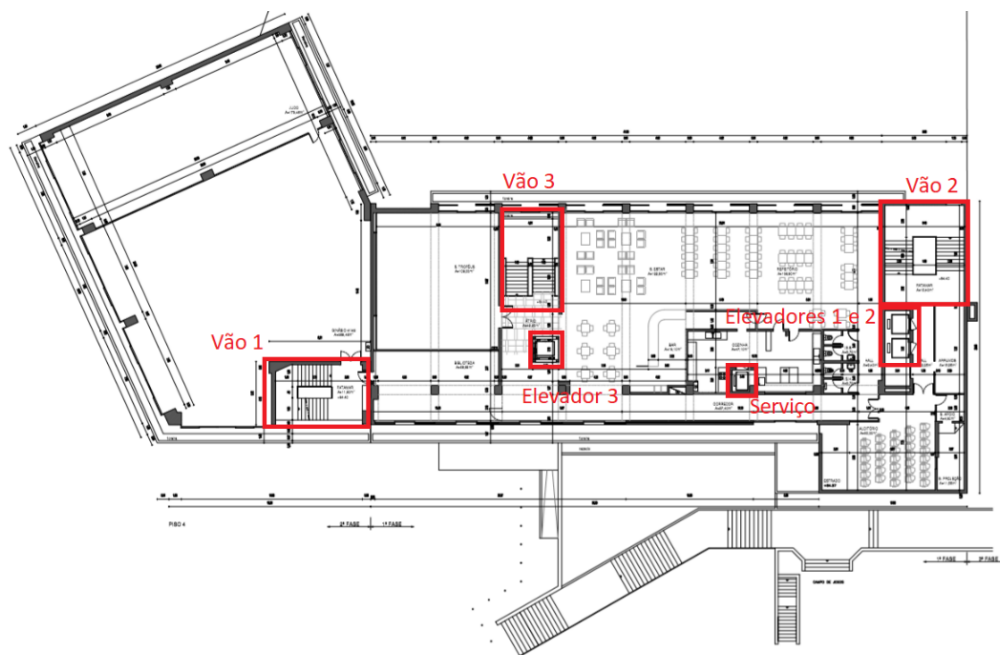


Figura 3.2. Esquema da mobilidade entre pisos

### 3.4. Ocupação

Tendo em conta a análise efetuada às plantas de ocupação (Anexo I – Folhas de Ocupação - Ginásios) e através de uma verificação presencial foi elaborado um quadro resumo com a taxa de ocupação nos vários espaços (ginásios, estacionamento e os dois espaços exteriores: campos de padel e ténis) de forma a compilar e organizar toda esta informação.

Este quadro reflete uma grande heterogeneidade nas taxas de ocupação, variando consoante a hora, o dia e o próprio espaço onde se insere.

De salientar que nos meses de julho e agosto muitos destes espaços reduzem a sua taxa de ocupação devido ao período de férias das atividades desportivas.

Considerou-se o período de manhã das 7h às 12h, tarde das 12h às 18h e noite das 18h às 22h.

Tabela 3.2. Taxa de ocupação dos ginásios desportivos

	Piso	Espaços	Dias de semana			Sábado		Domingo	
			manhã	tarde	noite	manhã	tarde	manhã	tarde
Edifício	0	01							
		02							
	1	11							
		12							
		13							
		14							
	2	21							
	3	31							
		32							
	4	41							
		42							
		43							
	5	51							
		52							
		53							
	6	61							
		62							
	7	71							
		72							
	8	81							
Estacionamento	-1	-							
	0	-							
	1	-							
Espaços exteriores		Padel							
		Ténis (concessionado)							

	Desocupado (sem qualquer ocupação)
	Baixa ocupação (ocupação menos de 30%)
	Ocupado (ocupação entre 30% e 70%)
	Muito ocupado (ocupação superior a 70%)

Para os restantes espaços foi considerado o respetivo horário de funcionamento e apresentado na tabela seguinte:

Tabela 3.3. Taxa de ocupação dos restantes espaços

Piso	Ginásios	dias de semana	Sábado	Domingo
1	8 Gabinetes médicos	5 horas diárias		
	SPA (concessionado)	10 horas diárias	8 horas diárias	
	Lavandaria	12 horas diárias	5 horas	
2	6 Gabinetes de direção	8 horas diárias		
	Balneário Masculino	Horário GCP (1)	Horário GCP (1)	Horário GCP (1)
	Receção	Horário GCP (1)	Horário GCP (1)	Horário GCP (1)
3	Balneário Feminino + infantil	Horário GCP (1)	Horário GCP (1)	Horário GCP (1)
	Fun Space	3.5 horas diárias		
	Hair Fit (concessionado)	8 horas diárias		
4	Cozinha/Bar (concessionado)	13 horas diárias	6 horas diárias	
	Restaurante	Horário GCP (1)	Horário GCP (1)	Horário GCP (1)
...				
8	Gabinete de contabilidade	Horário laboral 8 horas		

	Desocupado (sem qualquer ocupação)
(1)	Ocupação variável ao longo do dia

## 4. Caracterização da instalação

### 4.1. Energia elétrica

Os custos de eletricidade têm vindo a aumentar nos últimos anos, sendo um fator decisivo para a competitividade das empresas nacionais. Importa por isso utilizá-la da forma mais racional possível, evitando desperdícios.

Na análise de energia elétrica da instalação é necessário ter em conta os seguintes aspetos:

- Otimizar o contrato de fornecimento de eletricidade;
- Reduzir, ao mínimo possível, o consumo elétrico em horas de ponta;
- Otimizar rede de distribuição;
- Acompanhar regularmente a evolução dos consumos de energia elétrica.

O ginásio Clube Português tem os seus principais consumos de energia elétrica em climatização, iluminação e outros equipamentos elétricos existentes em espaços como a lavandaria, o SPA e a cozinha/bar.

Todo o consumo elétrico é abastecido em média tensão (entre 1kV e 45 kV), existindo um posto de transformação encarregue de transformar essa energia em baixa tensão.

Na sala técnica do posto de transformação encontra-se um contador digital com o objetivo de medir o consumo de eletricidade total (de todo o complexo) e 4 caixas QGBT (Quadro Geral de Baixa Tensão) divididas em: Aquecimento Geral, Força Motriz, Luz e Geral PT.



*Figura 4.1. QGBT existentes na sala do Posto de Transformação.*

#### 4.1.1. Sistema de iluminação

A iluminação é um fator essencial e preponderante no estudo energético do edifício. A escolha ideal de equipamentos ambiental e economicamente sustentáveis, com o correto nível e qualidade de iluminação, deve ser feita tendo em conta a necessidade de luz para cada divisão.

De forma a maximizar a potencialidade do sistema de iluminação, é feita uma gestão ponderada na utilização dos recursos conjugada com a existência de luz natural. Aproveitando a luz natural em certos locais da instalação em causa, é possível diminuir a utilização de luz artificial, o que traz diversas vantagens, tanto em questões de poupança energética e financeira, como na sustentabilidade ambiental.

Na Tabela 4.1 encontram-se contabilizados o número de pontos de luz nos vários pisos, assim como a sua potência associada. O tempo de funcionamento das mesmas é variável consoante a sua localização.

Tabela 4.1. Quadro de iluminação no GCP

	Piso	Nº Pontos de Luz	Potência Instalada (kW)	Tipo de Lâmpadas instaladas	Horas de funcionamento diário
Edifício	0	56	2.0	LED	Variável
	1	215	5.6	LED	Variável
	2	205	5.6	LED	Variável
	3	225	4.5	LED	Variável
	4	290	6.5	LED	Variável
	5	113	8.5	LED	Variável
	6	96	3.8	LED	Variável
	7	76	2.5	LED	Variável
	8	34	1.5	LED	Variável
Estacionamento	-1	80	4.5	LED	Variável
	0	106	6.1	LED	Variável
	1	106	6.0	LED	Variável
Espaços Exteriores	-	98	3.8	LED	Variável
	<b>TOTAL:</b>	1700	60.9	-	Variável

Na visita às instalações foi possível verificar que já existe uma preocupação por parte do Ginásio Clube Português na forma como a iluminação é utilizada.

Foram registadas várias observações nesta visita:

- Existem vários pontos de luz desligados em zonas estratégicas (exemplo: onde não é necessária tanta luminosidade, foram retiradas lâmpadas dos respetivos pontos de luz).
- Existem sensores de movimento nas instalações sanitárias (I.S.) e nas escadarias do parque de estacionamento.
- Boa utilização de luz natural sempre que possível (principalmente nos pisos 5,6,7 e 8).

- Utilização de lâmpadas LED em todo o edifício.
- A iluminação dos espaços comuns (corredores e mobilidade entre pisos) é ligada/desligada manualmente, todos os dias.
- A iluminação exterior tem autónomos programáveis. Ligam ao final do dia e desligam ao nascer do sol.

O consumo de energia elétrica do sistema de iluminação é estimado em cerca de 113 MWh/ano (17 % do total consumido). Os pressupostos subjacentes a esta estimativa encontram-se detalhados no Capítulo 6.



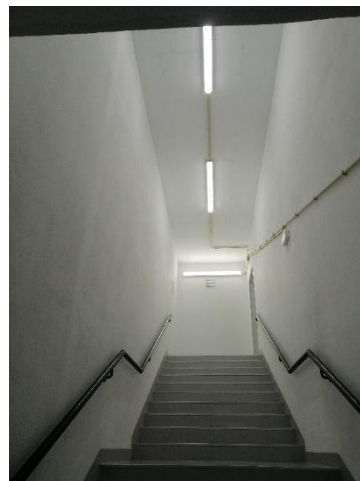
- Iluminação LED Ginásio 53



- Iluminação LED Ginásio 01



- Iluminação Led Corredor Piso 5



- Iluminação LED Escadas Piso 2/3

*Figura 4.2. Pormenores de iluminação GCP*

#### 4.1.2. Sistemas de climatização

Os sistemas de climatização correspondem a tecnologias de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC) são responsáveis pela climatização dos vários espaços de um edifício. São responsáveis por controlar as condições de ar interior no que diz respeito à temperatura, ventilação, humidade, entre outros.

O edifício dispõe de vários sistemas de climatização. Encontram-se instaladas unidades de ar condicionado, unidades de tratamento de ar (UTA) e termoventiladores

De salientar que os vários sistemas de climatização foram instalados em espaços temporais distintos, consoante as necessidades dos espaços. Assim, a realização de um inventário bem estruturado relativamente a estes sistemas revelou-se uma tarefa de dificuldade acrescida.

##### 4.1.2.1. Sistema de ar condicionado

Quando aos sistemas de ar condicionado, existem várias unidades do tipo split/multi-split instaladas, apresentando estas diferentes marcas, potências e tipos de instalação.

Estas unidades estão distribuídas pelos seguintes espaços:

Tabela 4.2. Sistemas de ar condicionado existente no GCP

	Piso	Espaço	Nº de unidades	Potência de arrefecimento (kW)	Potência de aquecimento (kW)
Edifício	0	Gin.01	1	7.1	7.6
		Gin.02	2	14.2	15.2
	1	Gabinetes (área B)	3	1.7	1.9
		Lavandaria	1	1.8	1.9
		Sala Técnica do PT	1	1.24	1.17
		SPA	2	1.7	1.9
	2	Gab. Direção	7	11.9	13.3
	3	Oficina	1	5	5.6
		Loja Hair Fit	1	1.7	1.9
	4	Restaurante/bar/Cozinha	4	97.8	109.3
		Auditório	2	28.2	33.5
	7	Gab. Comunicação	1	1.7	1.9
	8	Gab. Contabilidade	1	1.7	1.9
<b>Total:</b>			27	175.74	197.07

As unidades instaladas nos gabinetes do piso 1, do restaurante e do auditório estão instaladas com um sistema de condutas no teto (utilizando ar condicionado de teto). Todas as restantes são unidades individuais.



De forma a calcular o consumo de eletricidade do sistema de ar condicionado, foi estimado o número de horas de aquecimento e arrefecimento por cada piso. Na ausência de informação mais detalhada foi considerado um valor médio de 3.5 de COP (coeficiente necessário para converter a energia térmica em energia elétrica). Este valor é justificado pela existência de sistemas antigos (e de menos eficiência) e por sistemas mais recentes (eficiência mais elevada). Assim, foi tido em conta um valor base intermédio.

O consumo de energia elétrica do sistema de ar condicionado é estimado em cerca de 150 MWh/ano (22% do total consumido). Os pressupostos subjacentes a esta estimativa são explicitados no Capítulo 6.

#### 4.1.2.2. Unidades de tratamento de ar (UTA)

As unidades de tratamento de ar (UTA) são equipamentos de produção de ar-condicionado que alimentam um edifício através de condutas de ventilação. São constituídas por um ou mais ventiladores, uma bateria de arrefecimento e outra de aquecimento (não tendo sido possível identificar o sistema produtor), filtros de ar, um humidificador, um recuperador de calor e uma caixa de mistura. Os ventiladores existentes operam a velocidades fixas ou variáveis, de forma a permitir uma grande diversidade de caudais de ar. Os filtros, por sua vez, são instalados junto às entradas de ar das UTA para que o ar fornecido seja limpo. As suas baterias de arrefecimento e aquecimento são permutadores de calor utilizados para arrefecer e aquecer o caudal circulante, respetivamente.

Existem três unidades de tratamento de ar (UTA) no edifício, como descrito na seguinte tabela:

Tabela 4.3. UTAs existentes no GCP

	Referência	Local	Espaço	Marca/Modelo	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Potência de arrefecimento (kW)	Potência de aquecimento (kW)
Edifício	UTA G21	Fachada Sul	Gin.21	LENNOX BHK025NS	3960	15.7	4.7
	UTA G14	Fachada Sul	Gin.14	LENNOX BHK020NS	2900	22.4	7
	UTA G32	Fachada Sul	Gin.32	AERMEC	9000	47.7	41.6
<b>Total:</b>						38.1	11.7

A UTA G21 faz a climatização do ginásio 21, A UTA G14 é responsável pela climatização do ginásio 14 (ginásio destinado ao Cycling, com poucas aulas diárias) e a UTA G32 faz a climatização do Ginásio 32 (espaço da Sala de Exercícios).

Todas as unidades se encontram na fachada sul do edifício, conforme mostrado na Figura 4.3. Pormenores de Climatização no GCP.

Durante a visita às instalações foi verificado que todas têm autónomos programados para estarem ligadas respeitando os horários de funcionamento das classes. Estão também programadas para utilizar 30% do ar exterior para a climatização.

De forma a calcular o consumo de eletricidade do sistema de UTA's, foi estimado o número de horas diárias de funcionamento de cada UTA no período de inverno e de verão (com base nos horários das salas).

O consumo de energia elétrica do sistema de tratamento de ar (UTA) é estimado em cerca de 89 MWh/ano (13% do total consumido). Os pressupostos subjacentes a esta estimativa são explicitados no Capítulo 6.

#### 4.1.2.3. Termoventiladores

Os Termoventiladores são pequenos aparelhos elétricos que utilizam uma resistência elétrica para produzir calor e uma ventoinha para distribuir esse calor pelo espaço em que estão.

Existem 13 unidades no edifício, distribuídos segundo a seguinte tabela:

Tabela 4.4. Termoventiladores existentes no GCP

	Piso	Espaço	Marca/modelo	Nº de unidades	Potência/aparelho (Kw)	Potência Total (kW)
Edifício	4	Gin.41 / Gin. 43	S&P EC-3N	6	3	18
	5	Gin.53	S&P EC-3N	4		0
	6	Gin. 62	S&P EC-3N	3		0
	<b>Total:</b>			13		18

De forma a calcular o consumo de eletricidade dos termoventiladores, foi estimado o número de horas diárias de funcionamento durante o ano. Verificou-se que só funcionavam durante o período de Outono/ Inverno e, dentro deste período, respeitavam o horário das classes.

O consumo de energia elétrica dos termoventiladores é estimado em cerca de 26 MWh/ano (4% do total consumido). Os pressupostos subjacentes a esta estimativa são explicitados no Capítulo 6.



- Fachada Sul do edifício – Instalação de UTA's



- Ar condicionado instalado na lavandaria



-Termoventilador do Ginásio 62



- Ar condicionado instalado no Ginásio 01

Figura 4.3. Pormenores de Climatização no GCP

#### 4.1.3. Outros equipamentos elétricos

No edifício existem ainda outros equipamentos com um grande peso no consumo total de energia elétrica. Esses equipamentos estão identificados na tabela seguinte:

Tabela 4.5. Outros Equipamentos elétricos existentes no GCP

Espaço	Equipamentos	Potência Total (kW)
Lavandaria	Máquina Lavar Roupa Nº1, Nº2 e Nº3 Máquina Secar Roupa Nº1, Nº2, Nº3 Extrator	160
Sauna	Jacuzzi, outros	14
Cozinha/bar	Frigoríficos, Arcas Frigoríficas, Máquina Lavar Loiça, Congelador, Hotte, Forno elétrico, Micro-ondas, outros	35
Elevadores	Elevador Nº1, Nº2, Nº3 e Monta-cargas	36
Sala de Exercícios	Passadeiras, elípticas	46
Estacionamento	Extratores/ventiladores de Estacionamento	15
Central Térmica	Bomba hidropressora	1.5
Outros Pequenos consumidores	PC's, TV's, Impressoras, Rádios, Ventoinhas, Outros	25
		333

O consumo de energia elétrica destes equipamentos elétricos é estimado em cerca de 255 MWh/ano (38% do total consumido).

Pela importância que alguns destes espaços têm no consumo final do GCP, irá ser feita uma análise mais detalhada dos espaços: Lavandaria, Sauna, Restaurante, Elevadores e outros.

#### **4.1.3.1. Lavandaria**

O espaço da lavandaria tem três máquinas de lavar e três máquinas de secar com uma potência total de 160 kW.

Foi analisado os períodos de utilização destas máquinas, tanto por visualização direta, como por perguntas feitas diretamente às funcionárias do espaço. Verificou-se que as máquinas de lavar funcionam em ciclos de 30 a 40 minutos e é posto um ciclo a trabalhar em cada hora (estimativa). Já as máquinas de secar funcionam em ciclos de cerca de 20 minutos e é posto um ciclo a trabalhar a cada hora (estimativa). Observou-se que muitos dos ciclos que eram colocados em funcionamento não estavam cheios.

Foram igualmente efetuadas leituras que serão posteriormente (Capítulo 6) utilizadas para a desagregação de consumos.

#### **4.1.3.2. Sauna**

Não foi possível visitar o espaço do SPA por este se encontrar concessionado a uma empresa externa, no entanto, foi possível determinar a potência instalada (14 kW), assim como fazer a medição de energia elétrica consumida num dia.

Foram efetuadas leituras no contador próprio para este espaço para um dia típico (Ver Capítulo 6)

#### **4.1.3.3. Restaurante/Cozinha/Bar**

Foi feita uma visita ao espaço, que também se encontra concessionado a outra empresa, verificando-se a existência de 5 frigoríficos, 4 arcas de congelação, 2 máquinas de lavar loiça, 1 forno elétrico, 2 Micro-ondas, 1 Hotte, entre outros.

Estima-se uma potência instalada total de 35 kW.

Foram efetuadas leituras no contador próprio para este espaço para um dia típico (Ver Capítulo 6)

#### 4.1.3.4. Elevadores

Na visita aos elevadores, verificou-se que:

- Elevadores nº1 e nº2 são iguais, têm capacidades máximas de 1000Kg (13 pessoas) e uma potência de 12kW, cada.
- Elevador nº3 tem capacidade máxima de 630Kg (8 pessoas), e uma potência de 8kW.
- Elevador monta-cargas tem capacidade máxima de 300Kg (3 pessoas) e uma potência de 6kW.

#### 4.1.3.5. Outros

Aqui estão incluídos todos os outros equipamentos elétricos de menor consumo, tais como os computadores, impressoras, televisões, rádios, entre outros.



- Espaço da lavandaria



- Frigorífico existente na Cozinha



- Máquinas Sala de Exercício



- Elevador nº3

*Figura 4.4. Outros consumidores de Energia elétrica*

## 4.2. Gás natural

O gás natural é uma fonte de energia primária formada maioritariamente por gás metano (mais de 80%) e utilizado nos mais variados setores de comércio, indústria e transportes.

No edifício, o gás natural é utilizado no fogão da cozinha e nas duas caldeiras para aquecimento de águas quentes sanitárias (AQS) em apoio ao sistema solar térmico.

Os equipamentos a gás natural existentes estão identificados no quadro seguinte:

*Tabela 4.6. Equipamentos a Gás Natural existentes no GCP*

Equipamentos	Marca/Modelo	Potência útil (kcal./h)	Potência nominal (kcal./h)	Rendimento (%)
Caldeira 1	Prextherma 300	258000	281220	91.7
Caldeira 2	Prextherma 300	258000	281220	91.7
Fogão de Cozinha	-	-	-	-

As duas caldeiras nunca funcionam em simultâneo, estando de momento a caldeira número 2 a servir de “back-up” ao sistema. A Caldeira 1 costuma funcionar como apoio ao sistema de energia solar térmica instalado no terraço do edifício.

No verão (Abril a Setembro) o sistema é inteiramente assegurado pelo sistema solar térmico e as caldeiras estão completamente desligadas.



*Figura 4.5. Caldeira existente na central térmica do GCP*

### 4.3. Sistema de energia renovável

O sistema de energia renovável foi instalado em 2010 e é constituído por 68 coletores solares do tipo ASTERSA AS 2.4M situados no terraço do edifício com o objetivo de aquecimento de águas quentes sanitárias.

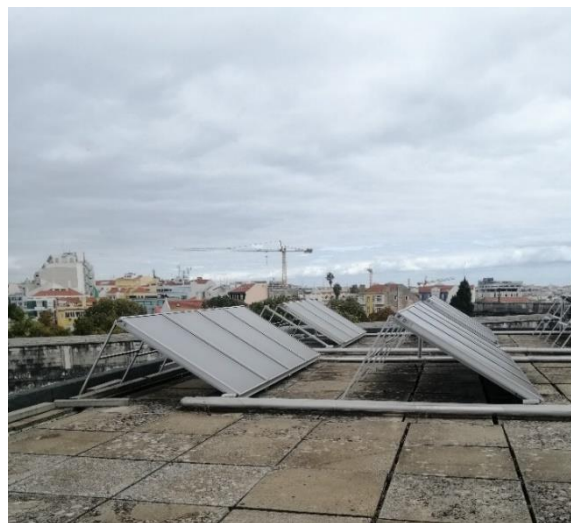
Durante a visita ao local verificou-se que:

- Os painéis solares estão colocados em dois níveis, divididos da seguinte forma:
  - 32 painéis solares num nível superior (cota 101.4m)
  - 36 painéis solares num nível inferior (cota 96.8m)
- O sistema está sempre ligado, tendo o apoio da caldeira a gás natural durante os meses de inverno.
- Alguns dos painéis foram avariando ao longo dos anos, retirados das suas estruturas metálicas e não substituídos (4 painéis).

Na tabela seguinte encontram-se as características dos coletores solares

*Tabela 4.7. Características dos coletores solares*

Dados do coletor		Unidade
Nº de Coletores	68	un
Tipo	Plano	
Rendimento ótico	77.9	%
a1	3.685	W/m <sup>2</sup> /K
a2	0.009	W/m <sup>2</sup> /K <sup>2</sup>
Área de abertura	2.4	m <sup>2</sup>
Área Total	2.62	m <sup>2</sup>
Comprimento total	2.068	m
Largura total	1.265	m
Espessura total	106	mm



*Figura 4.6. Painéis solares térmicos no topo do GCP*



#### **4.4. Sistema conjunto - águas quentes sanitárias (AQS)**

O sistema de produção de AQS é constituído pelo sistema de painéis solares com o apoio de duas caldeiras a gás natural.

Descrição das várias componentes do sistema:

- Painéis solares localizados no terraço do edifício em 2 níveis (Nível superior e nível inferior);
- 2 depósitos horizontais de água quente do solar com capacidade de 3000 litros em cada depósito, localizados no compartimento técnico do piso 1.
- 2 depósitos verticais de água quente com capacidade de 1500 litros/depósito, localizados na sala da central térmica do piso 1.
- 2 caldeiras de chão a gás natural, localizadas na sala da central térmica do piso 1.
- 1 Bomba hidropressora.

A entrada de água fria no sistema é feita na sala da central térmica, no qual a água entra e é submetida ao sistema de filtragem e descalcificação. A água é depois pressurizada através de um hidropressor que encaminha a água fria para ser aquecida nos painéis solares. Após o aquecimento nos painéis solares a água é encaminhada para os 2 depósitos de 3000 litros e de seguida retorna à central térmica, entrando nos 2 depósitos de 1500 litros. Se nestes depósitos a água não estiver à temperatura pretendida entra em funcionamento o sistema de apoio composto pelas 2 caldeiras a gás. Destes depósitos a água segue para a rede de consumo, nomeadamente para o SPA (piso 1), balneário masculino (piso 2) e balneário feminino (piso 3), retornando aos 2 depósitos de 1500 litros através de um sistema de recirculação (rede de retorno).



## 5. Análise energética global

Para a realização da análise global, foi consultado o registo das faturas energéticas (eletricidade e gás natural) correspondente aos anos de 2018 e 2019.

Adicionalmente, foram também analisadas as faturas energéticas do mês Abril de 2020 (mês em estado de emergência nacional devido ao COVID-19, onde as atividades do GCP estiveram suspensas) e Agosto de 2020 (Pós estado de emergência).

Esta análise permite-nos ter uma orientação geral do procedimento a adotar na auditoria, detetar possíveis anomalias num contexto global e consequentemente corrigi-las.

É importante salientar antes de mais que a abordagem a esta dissertação passará somente pela análise energética e não pela análise térmica do edifício.

### 5.1. Faturas de eletricidade

Para o fornecimento de energia elétrica, o GCP tem contrato com a empresa Endesa Energia SA, sendo esta abastecida em Média Tensão e transformada para Baixa tensão no posto de transformação situado no piso 1.

A Endesa Energia SA é um comercializador de Mercado Livre, ou seja, o comercializador, respeitando as regras da concorrência, a lei geral e o Regulamento das Relações Comerciais, tem autonomia para definir preços e condições comerciais.

Ao analisar as faturas, verifica-se a existência de três parâmetros, sendo eles: potência, energia reativa e energia ativa.

No que diz respeito à potência, as faturas apresentam uma potência contratada de 232.5 kW. A potência de ponta nos anos de 2018 e 2019 variou entre 90 kW e 155 kW.

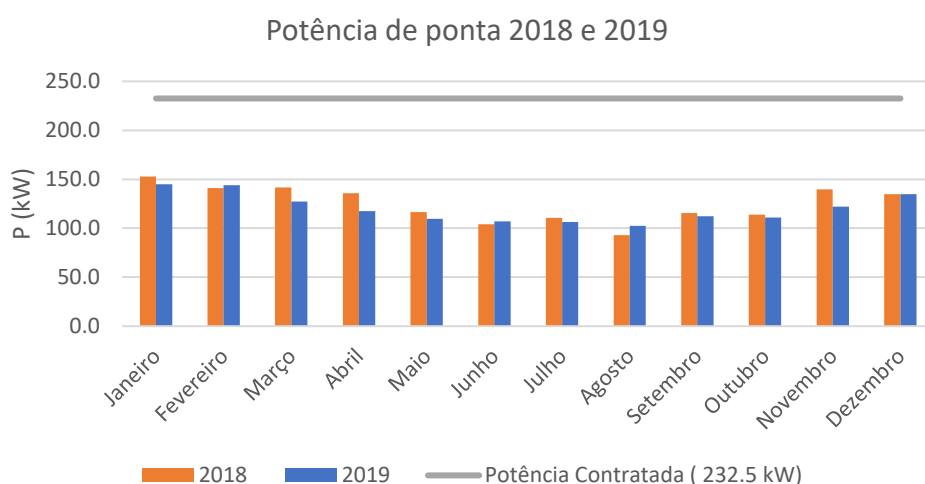


Figura 5.1. Representação mensal da potência de ponta em 2018/2019

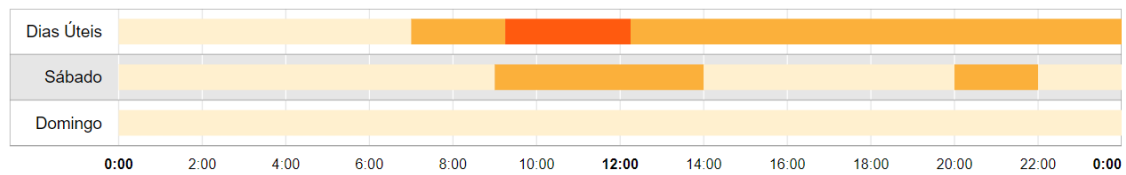
A energia reativa não foi tida em consideração já que estes valores foram considerados residuais.

Quanto à energia ativa, os consumos faturados por período horário/tarifário estão diferenciados em quatro períodos: Ponta, Cheia, Vazio e Super Vazio.

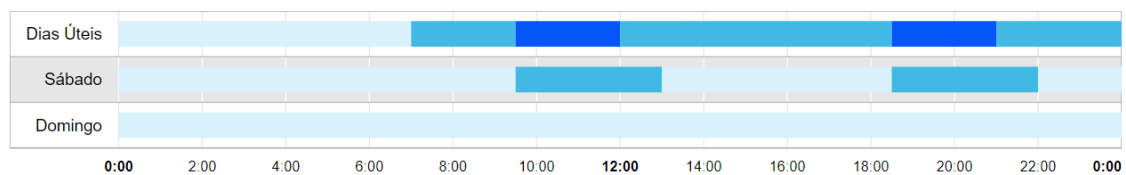
Os ciclos horários aplicados aos consumidores de energia elétrica em Média Tensão, de acordo com a Endesa, podem ser destacados em dois ciclos diferentes: Ciclo Semanal e Ciclo Diário

O ciclo horário utilizado pelo GCP é o semanal, variando os tarifários com os dias da semana e com a hora legal.

Ciclo Semanal - Verão



Ciclo Semanal - Inverno



Verão  
 Vazio Cheias Ponta  
 Inverno  
 Vazio Cheias Ponta

Figura 5.2. Ciclo horário semanal de acordo com a Endesa

Na análise mensal ao consumo elétrico de energia ativa nos vários períodos associados ao ciclo horário, foram obtidos os gráficos das Figura 5.3 e Figura 5.4.

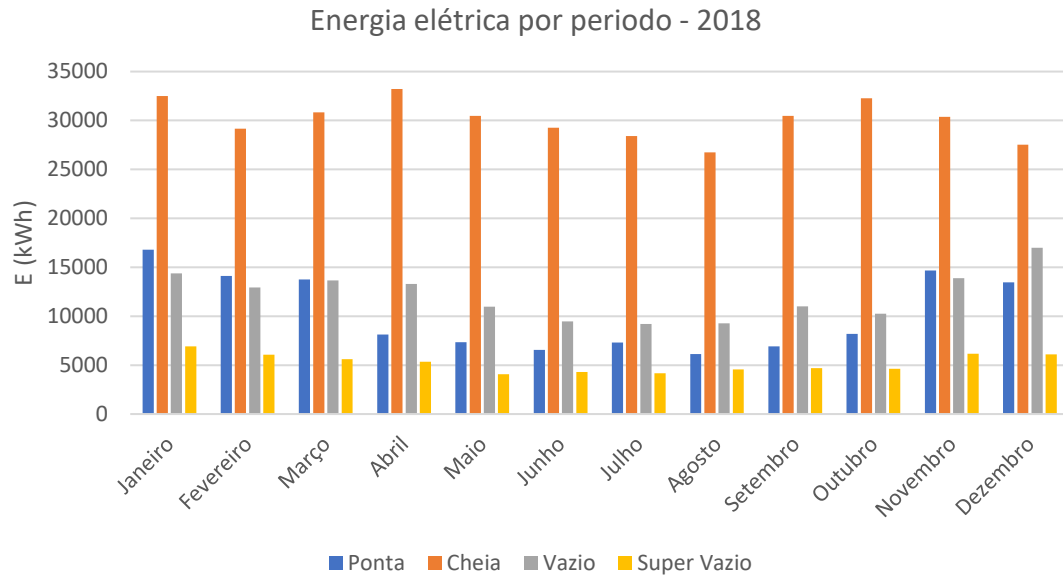


Figura 5.3. Representação mensal da energia elétrica por período - 2018

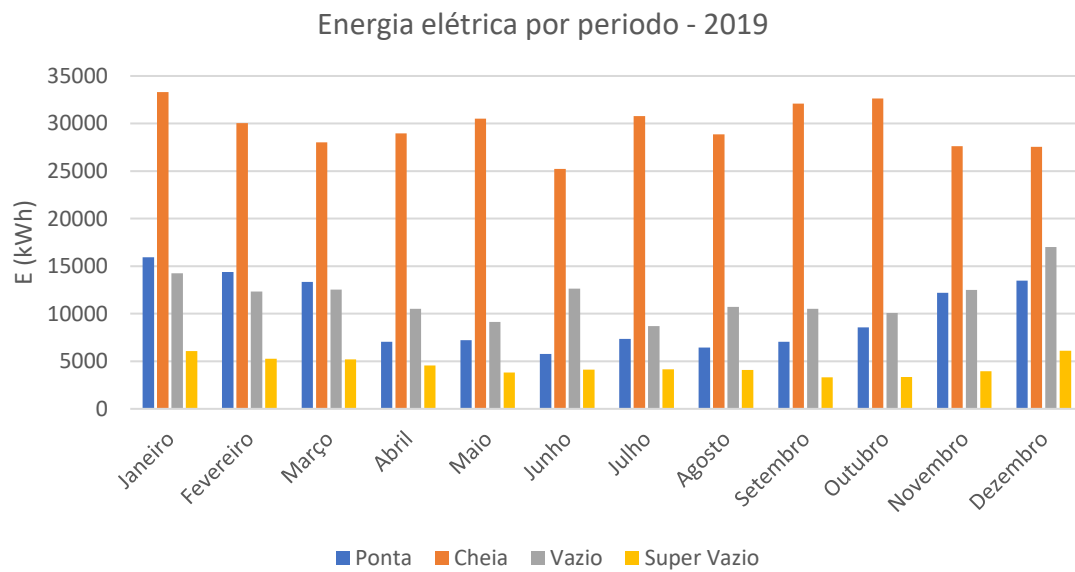


Figura 5.4. Representação mensal da energia elétrica por período - 2019

Na análise das figuras verifica-se que o consumo de energia elétrica no horário de cheia oscila entre os 25 e os 34 MWh e foi mais elevado que nos restantes horários, sendo estes os períodos de maior atividade.

O consumo elétrico no período de super vazio apresenta menos oscilações que os restantes, sendo também o período que consome menos energia (corresponde ao consumo elétrico noturno).

Ao representar o consumo elétrico sob a forma de uma distribuição percentual (Figura 5.5 e 5.6) do período horário faturado, verifica-se que o período de cheia representa cerca de 52% do valor total, justificado mais uma vez pelo período de maior atividade no complexo do GCP.

A percentagem mais baixa de consumo é durante o período de super vazio, no entanto, este consumo constante e algo significativo (8-9% do total anual) durante o período da noite chamou à atenção e, portanto, procurou-se saber que equipamentos ficavam constantemente ligados durante a noite. Em conversa com o responsável das instalações, foi referido que este consumo está relacionado com os servidores existentes na sala UPS (segurança), com os equipamentos de refrigeração na cozinha, com as máquinas de lavar chão e aspiradores utilizados pela equipa de limpeza a partir das 04h00m e ainda com algumas luzes do parque de estacionamento (que fica acessível 24h/dia).

Distribuição percentual de energia elétrica por período  
2018

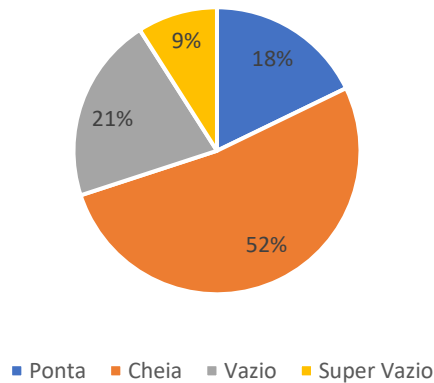


Figura 5.5. Distribuição percentual de energia elétrica por período - 2018

Distribuição percentual de energia elétrica por período  
2019

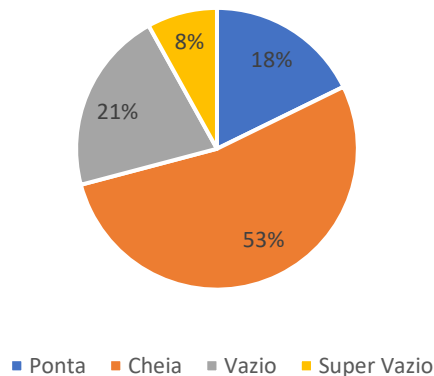


Figura 5.6. Distribuição percentual de energia elétrica por período - 2019

A Figura 5.7 representa o consumo elétrico total ao longo dos anos de 2018 e 2019 e ainda os consumos dos meses de Abril e Agosto de 2020:

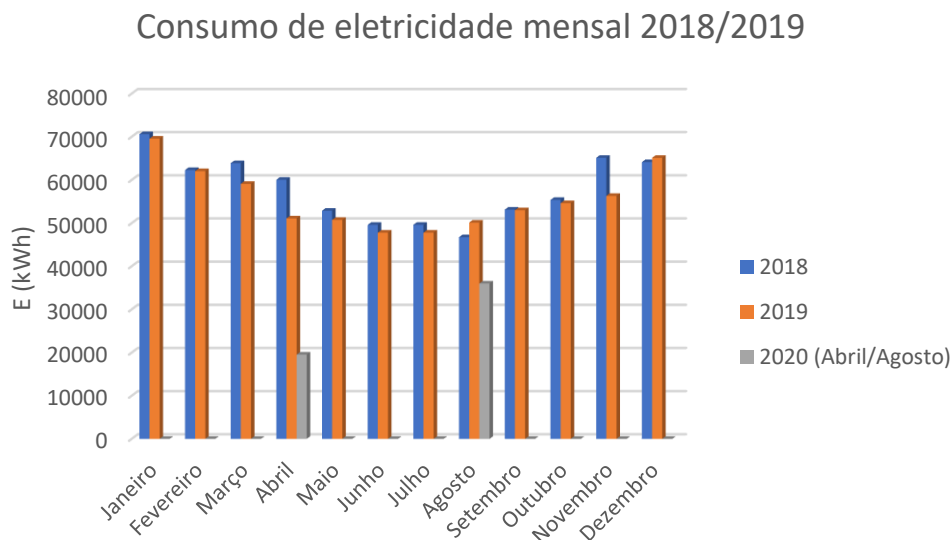


Figura 5.7. Consumo elétrico mensal de 2018 e 2019 + Abril/Agosto de 2020

Na análise ao consumo elétrico mensal verifica-se uma descida do consumo nos meses de verão (Junho, Julho e Agosto), o que é expectável, já que corresponde a um período com poucas atividades desportivas (férias) e dias com um maior número de horas de sol.

Os meses com maior consumo elétrico mensal verificam-se no Inverno (Dezembro, Janeiro e Fevereiro) e resultam também em resultados expectáveis, já que são meses onde existem muitas atividades (taxas de ocupação em período noturno elevada).

Os consumos mensais são muito semelhantes nos dois anos de estudo, não existindo grandes oscilações.

Comparando o mês de Abril de 2020 (mês em que o País esteve em estado de emergência devido ao vírus do COVID-19) com os meses de Abril de 2018 e 2019, verifica-se que o consumo desceu cerca de 60%. Os restantes 40% são justificados pelo funcionamento do restaurante (realização de refeições takeaway), pelos servidores e pelo parque de estacionamento.

A partir do gráfico é possível verificar também que a climatização aparenta ser dominada por aquecimento. Esta conclusão é justificada pelo edifício ter mais atividades no inverno, uma construção antiga, com paredes grossas e de grande dimensão e muitas correntes de ar (é mais fácil arrefecer o edifício de forma natural do que aquecer).

O consumo total de energia elétrica em 2018 e 2019 foi de 693 MWh e de 667MWh, respetivamente.

## 5.2. Faturas de gás natural

Relativamente ao gás natural, foram retirados os valores referentes aos consumos mensais, também para os anos de 2018 e 2019. À semelhança da eletricidade, a Endesa Energia SA é a empresa que fornece o gás natural.

Os valores das faturas estão representados em kWh, com base no PCS (Poder Calorífico Superior).

A Figura 5.8 representa o consumo de gás natural para o ano de 2018 e 2019:

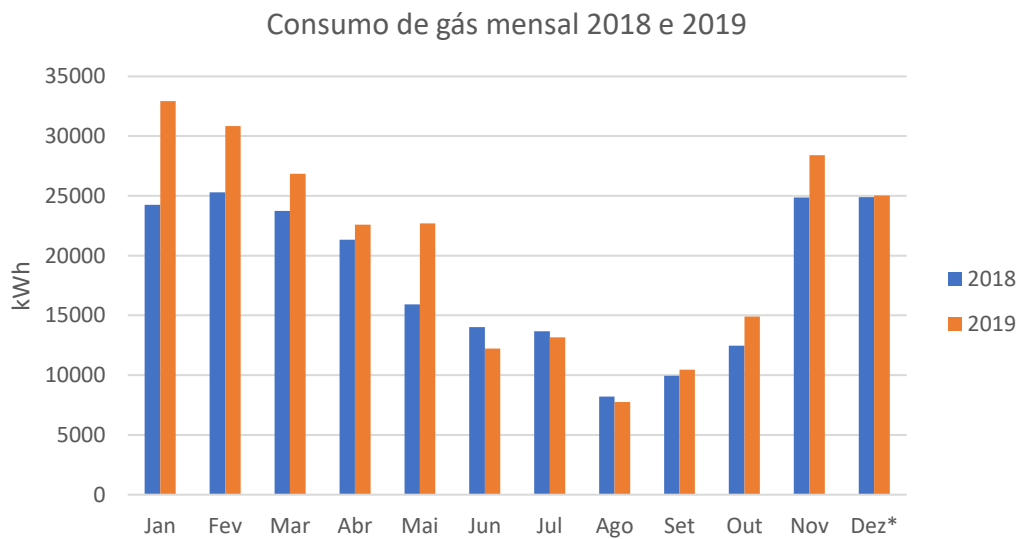


Figura 5.8. Consumo de gás natural mensal em 2018 e 2019

Os valores obtidos revelam uma clara diminuição do consumo de gás natural a partir do mês de Maio e até ao mês de Outubro. Estes valores mais baixos durante estes meses são justificados com uma menor taxa de ocupação dos espaços desportivos, mas também com a utilização dos coletores solares presentes no terraço, que aquecem a água de consumo através da energia solar.

O consumo total de gás natural foi de aproximadamente 219 e 248 MWh nos anos de 2018 e 2019, respetivamente.

### 5.3. Eletricidade vs. gás natural

De forma a poder fazer uma comparação da eletricidade consumida com o gás natural, foram utilizadas equivalências energéticas de referência. Estas equivalências energéticas estão de acordo com o despacho nº17313/2008, de 26 de Junho de 2008.

Na tabela seguinte indicam-se os coeficientes adotados na elaboração deste relatório:

Tabela 5.1. Equivalências energéticas Eletricidade e Gás Natural

Fonte de Energia	Equivalência Energética	
Eletricidade	0.0036	GJ/kWh
	0.000215	tep/kWh
	0.47	KgCO <sub>2e</sub> /kWh
Gás Natural	0.0036	GJ/kWh
	0.000086	tep/kWh
	0.23076	KgCO <sub>2e</sub> /kWh

Utilizando estas equivalências energéticas, foi feita outra tabela (Tabela 5.2) com os valores de consumo totais nos anos de 2018 e 2019, respetivamente:

Tabela 5.2. Consumos e custos de Eletricidade e Gás natural nos anos de 2018 e 2019

	Eletricidade	Gás Natural	TOTAL	Eletricidade	Gás Natural	TOTAL
	2018			2019		
kWh	693183	218657	<b>911840</b>	667083	247847	<b>914930</b>
GJ	2495	787	<b>3283</b>	2401	892	<b>3294</b>
tep	149	19	<b>168</b>	143	21	<b>165</b>
kgCO <sub>2e</sub>	325796	50457	<b>376253</b>	313529	57193	<b>370722</b>
€	98173	13563	<b>111735</b>	96879	15663	<b>112542</b>
€/kWh	0.1416	0.0620	-	0.1452	0.0632	-

Através da análise da Tabela 5.3 verifica-se que em 2018 existiu um consumo de 168 tep e em 2019 de 164 tep. Estes valores são muito inferiores aos 500 tep necessários para que o clube seja considerado um grande edifício consumidor intensivo de energia de acordo com o Regulamento SGCIE.

Tabela 5.3. Consumo total de Energia primária em unidades tep

	Consumos totais (tep)	
	2018	2019
Eletricidade	149	143
Gás Natural	19	21
<b>Total:</b>	<b>168</b>	<b>164</b>

De forma a simplificar a análise de comparação ao consumo de eletricidade Vs. gás natural, foi feita uma média de valores entre os anos de 2018 e 2019, fazendo um gráfico com a percentagem de energia primária<sup>2</sup> (2.5 kWh<sub>EP</sub>/KWh eletricidade, 1 kWh<sub>EP</sub>/KWh gás natural) consumida em eletricidade e em gás natural durante os anos de 2018 e 2019.

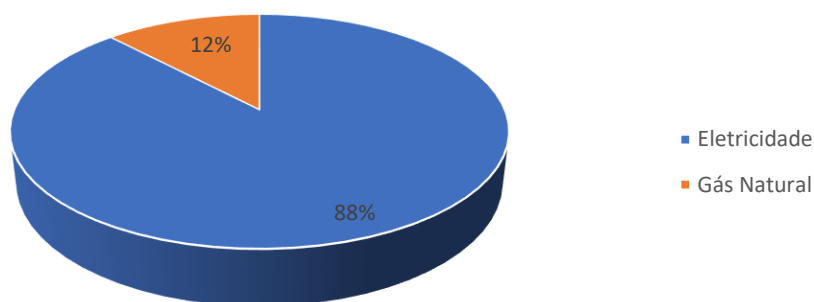
Energia consumida de Eletricidade Vs. Gás Natural  
2018 e 2019

Figura 5.9. Percentagem de energia consumida em Eletricidade Vs. Gás Natural

Verifica-se que o edifício consome, em média 88% de eletricidade ao longo do ano vs. um valor de 12% de gás natural.

A partir do custo por kWh de eletricidade e gás natural, foi também feita a análise do custo de energia primária destes, representado na figura seguinte:

<sup>2</sup> Através do Despacho (extrato) n.º 15793-D/2013



### Custo de Eletricidade Vs. Gás Natural - 2018 e 2019

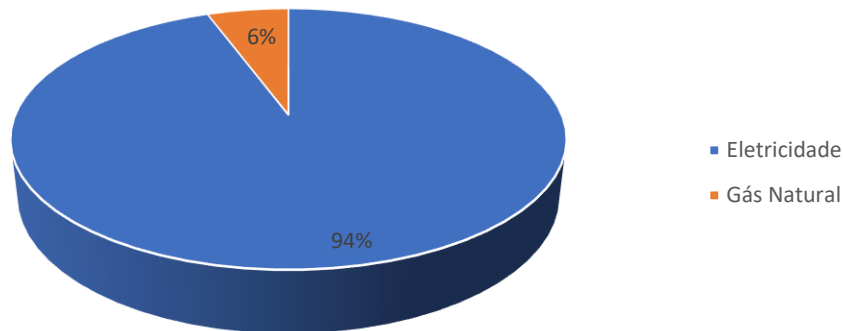


Figura 5.10. Custo de Eletricidade Vs. Gás natural

A partir da análise dos custos de energia primária verifica-se que a eletricidade representa 94% dos custos nos anos de 2018 e 2019. No cálculo deste parâmetro foram considerados os custos totais pagos pelo GCP durante o ano (incluindo taxas).

## 5.4. Indicadores de desempenho

Neste capítulo são analisados alguns indicadores de desempenho do GCP, procurando, sempre que possível, fazer uma comparação com outros modelos semelhantes em Portugal e na Europa.

### 5.4.1. Consumo de energia Vs. temperatura (°C)

De forma a perceber de que forma a temperatura pode influenciar os consumos mensais do GCP foram feitos três gráficos.

As temperaturas apresentadas representam médias mensais na estação meteorológica do aeroporto de Lisboa (LPPT) nos anos de 2018 e 2019 e foram retiradas do website [www.tempo.pt](http://www.tempo.pt) [13].

O primeiro gráfico procura relacionar o consumo de eletricidade com a média de temperatura registadas mensalmente nos meses de 2018 e 2019 em Lisboa, através de uma regressão linear:

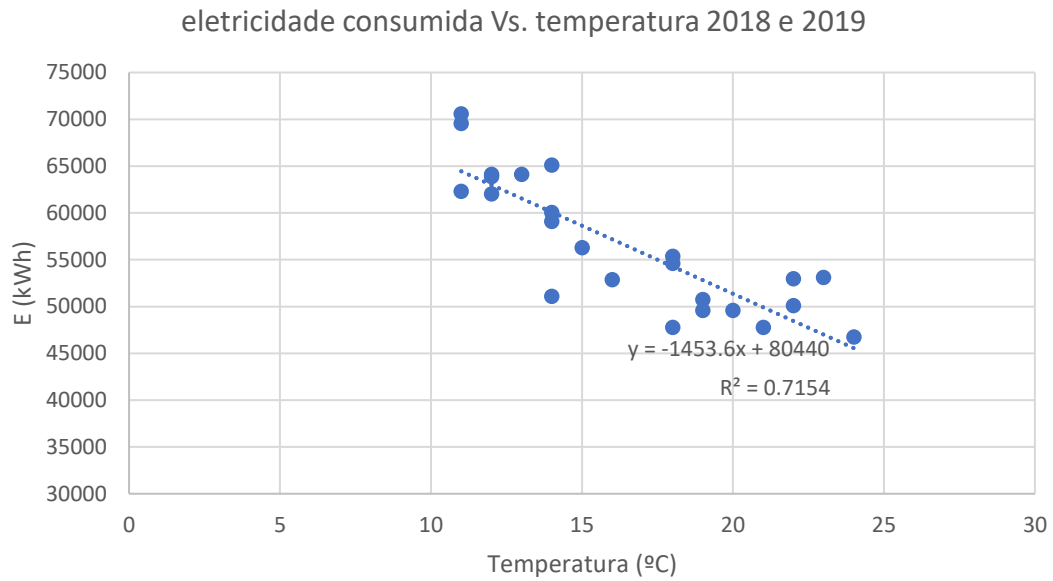


Figura 5.11. Correlação entre o consumo mensal de eletricidade e a temperatura média mensal em 2018 e 2019

O segundo utilizou o mesmo método do primeiro, mas utilizando o consumo de Gás natural:

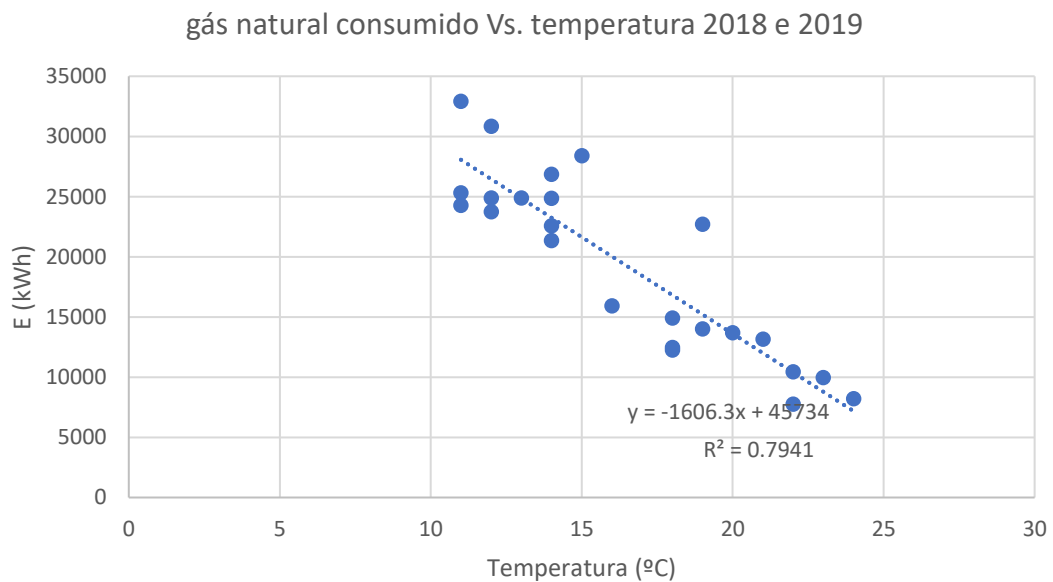


Figura 5.12. Correlação entre o consumo mensal de gás natural e a temperatura média mensal em 2018 e 2019

Verifica-se uma maior dependência do gás natural com a temperatura (declive maior).

Por último, o gráfico de relação de consumo de energia primária (gás + eletricidade) total com a temperatura:

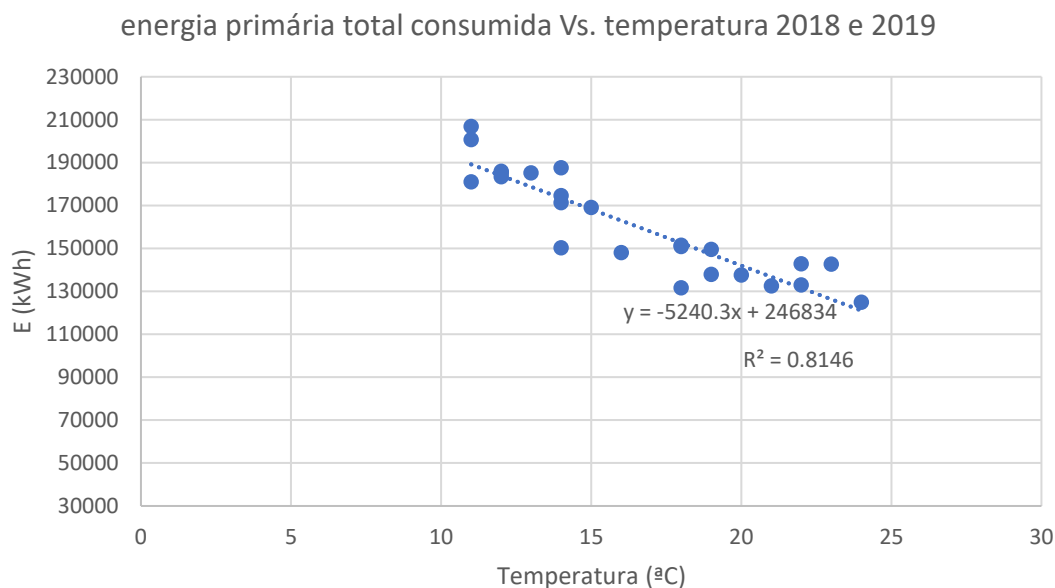


Figura 5.13. Correlação entre a energia primária consumida e a temperatura média mensal em 2018 e 2019

Analisando o parâmetro de  $R^2$  (medida estatística que analisa o quão próximos os dados estão da linha de regressão ajustada) de todos os gráficos, é possível concluir que existe uma boa correlação de energia consumida com a temperatura. Quando a temperatura é mais baixa, existe um maior consumo de energia mensal. O mesmo raciocínio se aplica a temperaturas elevadas, onde o consumo de energia é menor (tanto no gás natural, como na eletricidade).

#### 5.4.2. Consumo de energia Vs. área (m<sup>2</sup>)

Para o cálculo deste indicador foi utilizada a área útil do edifício principal do GCP (o que exclui a área de estacionamento e dos campos de ténis e padel) com o objetivo de obter um valor de consumo de eletricidade e gás natural por cada unidade de área.

De forma a comparar este indicador com outras instalações desportivas semelhantes na Europa, foi analisado um relatório integrado de auditorias energéticas e certificação de desempenho energético cofinanciado pelo programa de energia inteligente europeia da UE<sup>(3)</sup>.

O relatório teve como nome principal “step2sport” e procurou fazer uma avaliação do ponto de vista energético a vários tipos de edifícios desportivos na Europa, classificando-os em diferentes categorias.

<sup>3</sup>[http://step2sport.eu/sport/wp-content/uploads/2014/12/WP2\\_20141219\\_STEP-2-SPORT\\_D2.2\\_Integrated\\_report.pdf](http://step2sport.eu/sport/wp-content/uploads/2014/12/WP2_20141219_STEP-2-SPORT_D2.2_Integrated_report.pdf)

A categoria onde o GCP melhor se insere é a de “*Gymnasiums*”: composta por ginásios, salas de multiactividades, spinning, ou cortes de Squash.

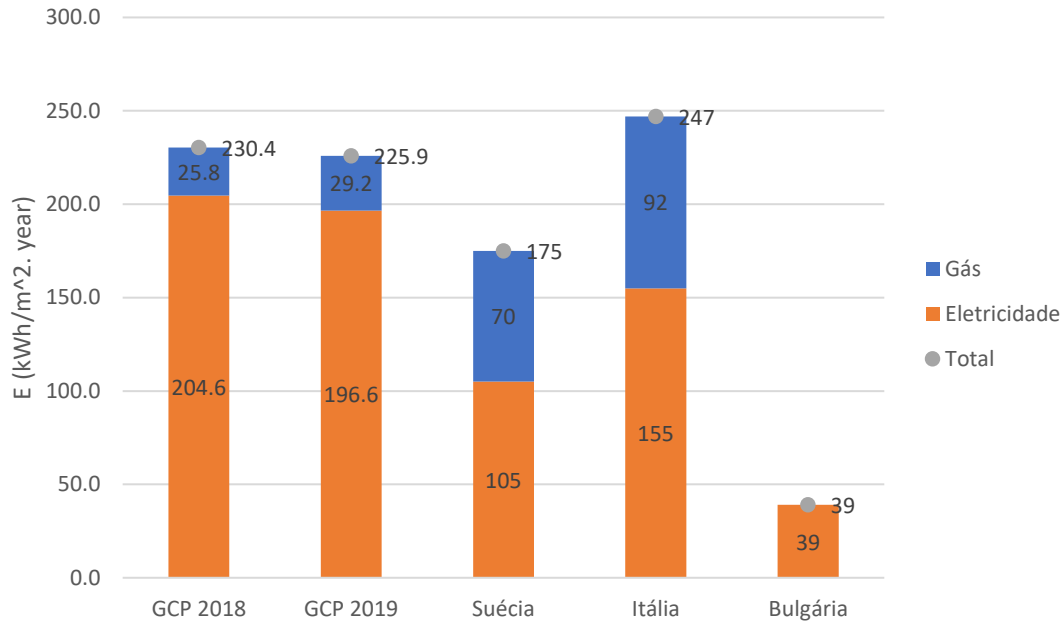


Figura 5.14. Consumo de energia primária por unidade de área. Fonte de dados: “step2sport integrated report”

A partir do gráfico é possível concluir que o caso de estudo tem consumos próximos do caso em Itália (estudo feito na cidade de Catânia). Estes valores aproximados estão associados ao clima semelhante entre Portugal e Itália.

O estudo refere que a instalação Búlgara apresenta valores muito baixos devido ao seu encerramento nos meses de Inverno.

#### 5.4.3. Consumo elétrico Vs. horas de funcionamento

Através do horário de funcionamento do GCP (ver capítulo 3.2), foram analisadas as horas diárias em que o edifício está aberto e fechado, procedendo de seguida ao cálculo do consumo elétrico por período de funcionamento. Devido à similaridade de valores entre os anos de 2018 e 2019, este cálculo foi feito apenas para o ano de 2019.

Tabela 5.4. Consumo elétrico médio mensal por hora de funcionamento (kWh) - 2019

	Consumo/hora de funcionamento (kWh)		
	horas da semana	horas sábado	horas Domingo/feriados
Janeiro	130	116	75
Fevereiro	127	115	77
Março	111	87	58
Abril	100	73	45
Maio	99	63	30
Junho	76	72	111
Julho	96	68	30
Agosto	86	88	53
Setembro	107	51	51
Outubro	104	45	50
Novembro	102	126	62
Dezembro	123	175	56
MÉDIA	105	90	58

A tabela mostra que existiu um consumo médio de 105 kWh/hora de funcionamento nos dias de semana, um consumo médio de 90 kWh/hora de funcionamento aos sábados e um consumo médio de 58 kWh/hora de funcionamento aos domingos/feriados.

#### 5.4.4. Consumo Vs. horas de luz diária

Neste indicador foi avaliado a variação do consumo de eletricidade e gás natural com o número de horas de luz mensais (número de horas entre o nascer do sol e o por do sol) ao longo do ano.

As horas de sol mensais foram retiradas do Website [www.dateandtime.info](http://www.dateandtime.info) [2].

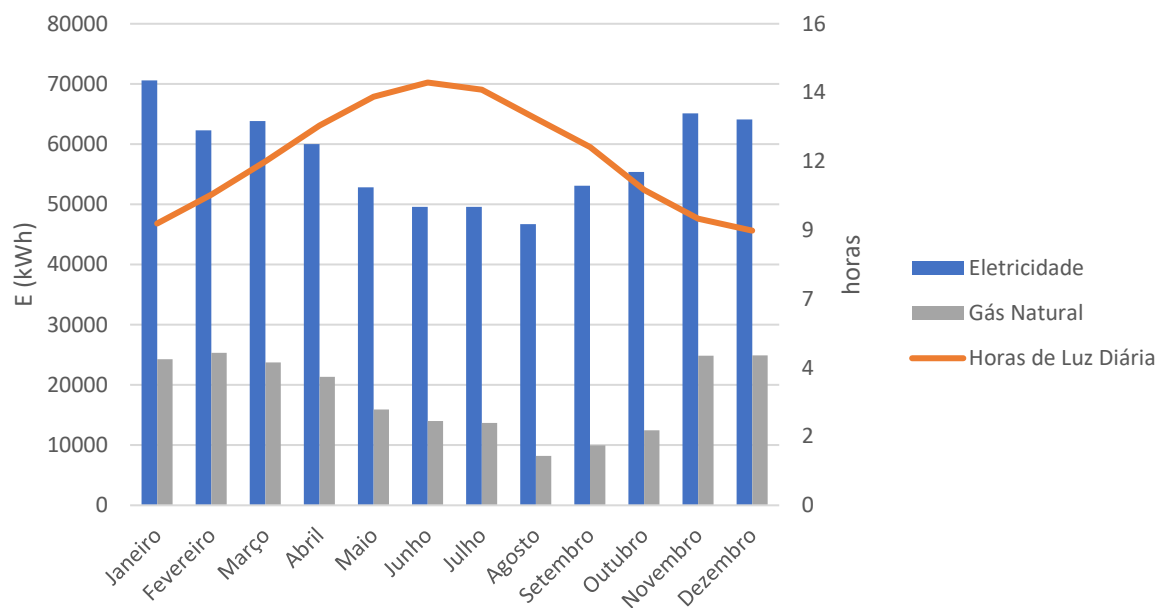


Figura 5.15. Consumo Vs. Horas de luz diária – 2018

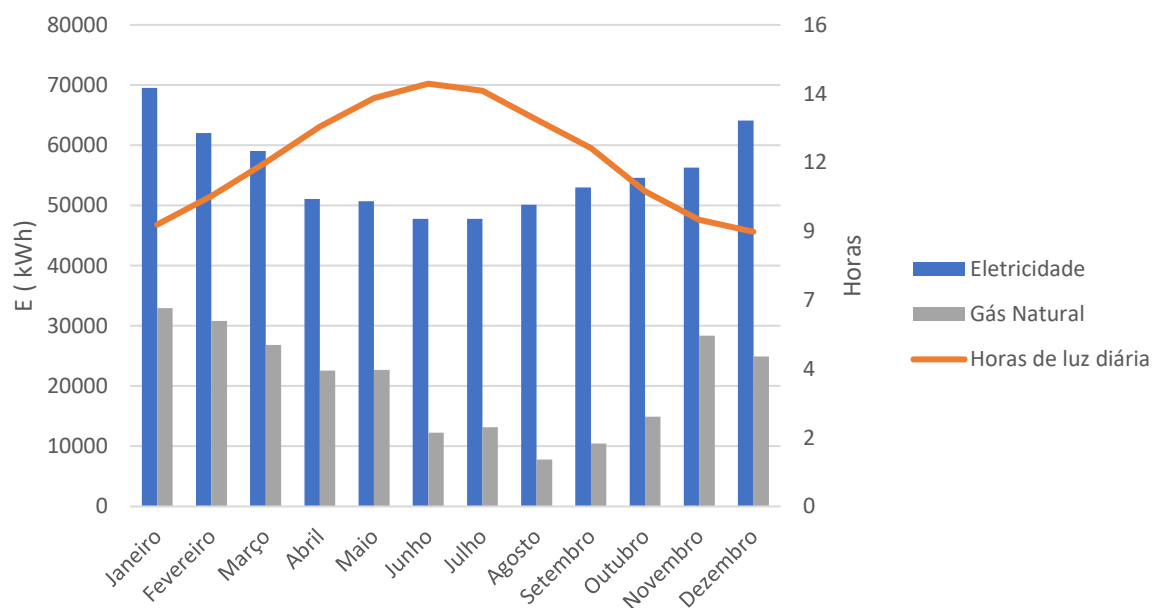


Figura 5.16. Consumo Vs. Horas de luz diária - 2019

O gráfico mostra que o consumo de eletricidade tem uma relação com o número de horas de luz diárias (através da iluminação, por exemplo). Quando os dias são maiores, existe um menor consumo de eletricidade.

Também o gás natural apresenta uma relação com este, já que está ligado ao sistema de AQS, funcionando com o gás natural e os coletores solares instalados no topo do edifício. Quando os dias são maiores, existe maior número de horas de sol e os coletores solares produzem mais energia, não sendo o gás natural tão utilizado.

## 6. Desagregação de consumos

Com base na informação indicada nos capítulos anteriores e através de algumas medições nos contadores do edifício, foi possível fazer uma estimativa de desagregação de consumos.

Esta desagregação de consumos permite analisar de que forma a energia está usada e de que maneira se pode propor medidas de eficiência energética, com o objetivo final de existir uma poupança eficiente de energia no futuro.

Através dos diferentes contadores existentes (geral e espaços concessionados) foi efetuada a leitura dos mesmos no dia 7/10/2020 (quarta-feira) e no dia 8/10/2020 (quinta-feira) com um intervalo de 24h, os valores registados são apresentados na tabela seguinte:

Tabela 6.1. Leituras efetuadas nos contadores 7/10 e 8/10

	Geral (kWh)	SPA (kWh)	Cozinha/Bar (kWh)	Ténis (kWh)	Lavandaria kWh	Caldeira (kWh)
07/10/2020 09h00	647 677	147 585	775 365	4 927	205 945	41 989
08/10/2020 09h00	649 681	147 710	775 503	4 942	206 007	41 995
Consumido 24h	2 004	125	137	15	62	6

Os valores resultantes do total de energia consumida em 24h foram extrapolados para o resto do ano e foi feito um gráfico com a desagregação de consumos dos espaços concessionados e do restante edifício:

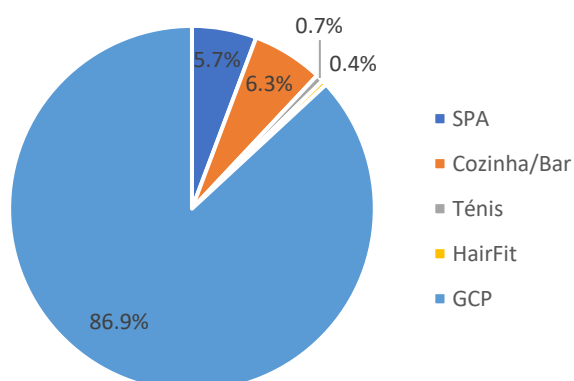


Figura 6.1. Desagregação de consumos dos espaços concessionados GCP

Através da figura anteriormente apresentada é possível concluir que cerca de 13% do total de consumo do complexo é gasto pelos espaços concessionados. De salientar que as contagens para estes cálculos foram efetuadas durante o mês de outubro de 2020 (durante pandemia de COVID-19).

De forma a analisar detalhadamente quais os maiores consumidores nos espaços não concessionados e com base nas potências e horas de funcionamento anteriormente apresentadas (ver capítulo 4), foram estimados os restantes consumos.

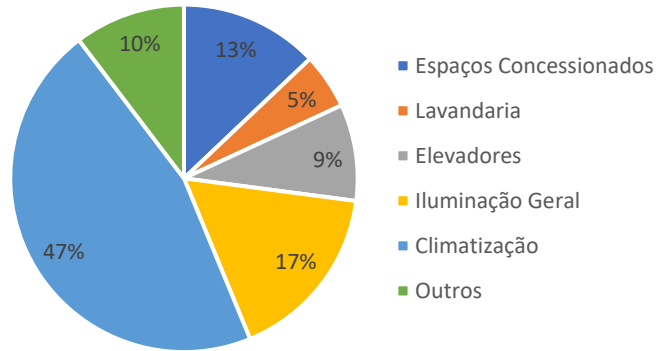


Figura 6.2. Desagregação de principais consumos no edifício GCP

A tabela com os pressupostos assumidos para a estimativa do cálculo da desagregação de consumos encontra-se no Anexo II – Pressupostos – Desagregação de consumos.

Com base nessa estimativa, verifica-se a maior parte do consumo na climatização (com 44%), seguido da iluminação (17%), dos espaços concessionados já vistos anteriormente (13%), Outros (10%), elevadores (9%) e lavandaria (5%).

Ao desagregar a maior fatia de consumo (sistemas de climatização e ventilação), é possível verificar-se o seguinte:

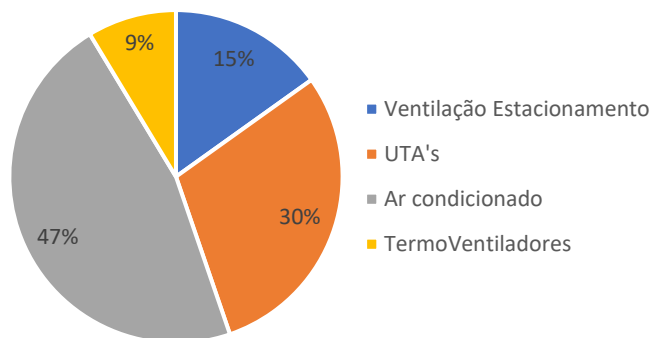


Figura 6.3. Consumo em climatização desagregado



O sistema de ar condicionado é o que mais consome (47%) da climatização, seguido das UTA's (30%), do sistema de ventilação do estacionamento (15%) e dos termoventiladores (9%).

Tendo em conta que o número de espaços climatizados com ar condicionado é muito superior aos espaços climatizados pelas UTAS, este resultado era previsível.

De forma a poder comparar estes valores com outros ginásios semelhantes, foi analisado novamente o relatório integrado de auditorias energéticas e certificação de desempenho energético cofinanciado pelo programa de energia inteligente europeia da UE (mencionado no Capítulo 5.4.2).

O relatório utiliza duas tabelas com a distribuição do uso de energia nas tipologias estudadas (ver tabelas 4 e 5 do estudo). Estando o GCP inserido no tipo "Gymnasiums", apenas essa foi considerada.

*Tabela 6.2. Distribuição do consumo de eletricidade e consumo térmico no GCP e no relatório Step2Sport*

	Consumo eletricidade	Consumo Térmico
Relatório Step2Sport	59% - 100%	0% - 41%
Relatório GCP	88%	12%

Na análise da tabela, o GCP claramente se enquadra nos intervalos de valores padrão para o consumo de eletricidade e consumo térmico.

A tabela seguinte é analisada com uma maior desagregação de consumos, mantendo a mesma lógica da tabela anterior.

*Tabela 6.3. Distribuição do consumo energético no GCP e no relatório Step2Sport*

	HVAC	Sistema de bombagem	Iluminação	Outros equipamentos elétricos	Águas quentes domésticas	Aquecimento Piscina
Relatório Step2Sport	53%-71%	0%-1%	6%-20%	1%-8%	5%-38%	0%
Relatório GCP	45%	0%	17%	10%	12%	0%

Analisando a tabela, embora nem todos os valores se enquadrem dentro dos exibidos no estudo europeu, estes ficam muito próximos.

É possível assim concluir que o GCP se assemelha muito a outras instalações existentes, dentro desta categoria.

## 7. Propostas de Eficiência energética

Com a análise energética detalhada do complexo desportivo, ficaram conhecidas quais as áreas onde o potencial de economia de energia seria maior. Tornou-se necessário averiguar e identificar quais as soluções a adotar e quais os benefícios energéticos que estas poderiam trazer.

Apresentam-se de seguida algumas propostas que visam a redução de custos energéticos do GCP, sem, contudo, diminuir a qualidade dos seus serviços, mantendo o conforto dos seus clientes.

### 7.1. Restruturação do sistema de energia renovável

Propõe-se reestruturar o sistema de energia renovável, substituindo os 32 painéis da cota superior do sistema solar térmico por painéis solares fotovoltaicos.

Os painéis do sistema solar térmico substituídos poderão ser reinstalados nas instalações da piscina de campo de Ourique, com o qual o GCP tem uma parceria.

Os painéis do sistema solar fotovoltaico terão o objetivo de produzir energia para consumo próprio (regime UPAC).

Na figura seguinte encontra-se representado um sistema de UPAC:

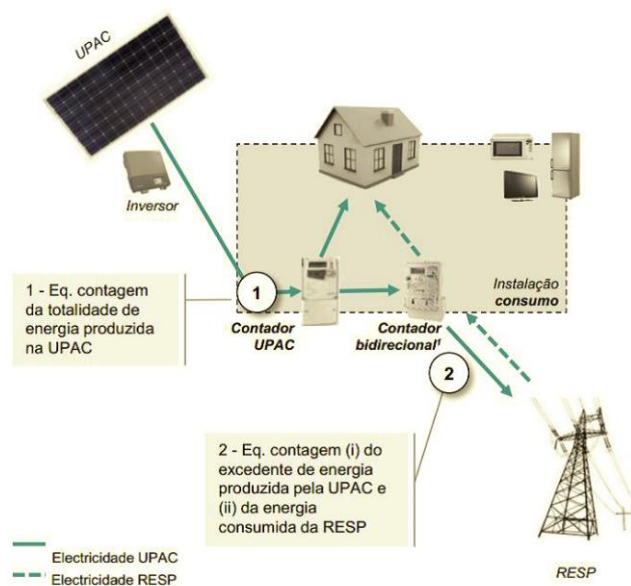


Figura 7.1. Esquema UPAC. Fonte de dados: eurotermica.pt

A central fotovoltaica (UPAC) produzirá energia que vai ser contabilizada por um contador UPAC a instalar juntamente com a central. A energia produzida poderá ter dois destinos, ou ser consumida de imediato pela instalação (preferencialmente) ou ser vendida à RESP (solução não ideal).

### 7.1.1. Implantação da central fotovoltaica

O sistema será instalado numa área de, aproximadamente, 200m<sup>2</sup>, como representado na figura seguinte:



Figura 7.2. Zona de Instalação do sistema fotovoltaico. Fonte de imagem: Google Maps

Considerou-se para o estudo a cobertura do edifício e uma parte do telhado do ginásio 81 (Viabilidade dependente de estudo específico sobre infraestrutura do Ginásio 81).

Com base nas faturas de eletricidade, foi feito um gráfico com a curva de potência para uma semana tipo no Inverno (Janeiro) e no Verão (Julho).

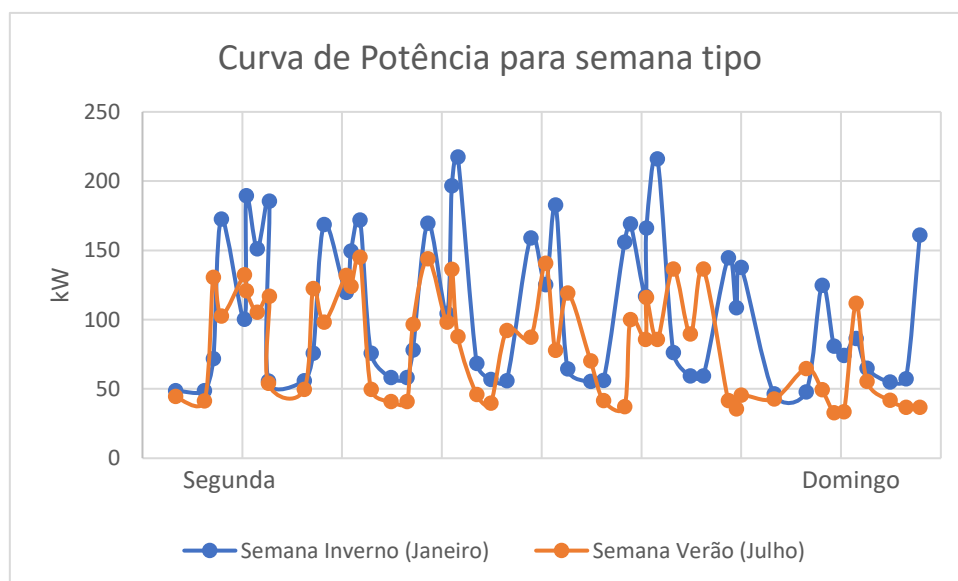


Figura 7.3. Curva de Potência de Semana tipo - Inverno e Verão

Através deste gráfico, é possível verificar que a curva de potencia nunca baixa dos 30 kW, sendo este o consumo base do complexo desportivo.

### 7.1.2. Estudo de Irradiação solar

Com base na localização do GCP, obtêm-se os seguintes valores de irradiação solar, segundo o “*Joint Research Center*” da comissão europeia <sup>(4)</sup>.

Tabela 7.1. Irradiância média mensal e diária na localização em estudo

Mês	Inclinação Horizontal		Inclinação ótima (33º)	
	Irradiância média mensal (kWh/m <sup>2</sup> /mês)	Irradiância média diária (kWh/m <sup>2</sup> /dia)	Irradiância média mensal (kWh/m <sup>2</sup> /mês)	Irradiância média diária (kWh/m <sup>2</sup> /dia)
Janeiro	68.8	2.22	109.8	3.54
Fevereiro	88.5	3.05	125.2	4.32
Março	135	4.35	164.4	5.30
Abril	168.9	5.63	180.5	6.02
Maio	210.6	6.79	204.6	6.60
Junho	220.9	7.36	205.4	6.85
Julho	236.7	7.64	225.1	7.26
Agosto	215.1	6.94	223.7	7.22
Setembro	162.8	5.43	192.5	6.42
Outubro	112	3.61	149.4	4.82
Novembro	73.3	2.44	112.9	3.76
Dezembro	62.3	2.01	104.2	3.36

### 7.1.3. Modelo dos painéis fotovoltaicos

Atualmente podemos encontrar uma enorme oferta de módulos fotovoltaicos à venda no mercado. Para o dimensionamento deste sistema solar fotovoltaico, foram escolhidos os painéis S-Energy SM-260 PC8, com as seguintes características:

Tabela 7.2. Características do painel fotovoltaico selecionado

Célula solar	Policristalina
No. Células	60
Potência máxima (Wp)	260
Voltagem Máxima (V)	31.2
Corrente Máxima(A)	8.33
Eficiência (%)	15.63
Área (m <sup>2</sup> )	1.67
Custo (€/Wp)	1.3

<sup>4</sup> Website: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/#MR](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#MR)

#### 7.1.4. Estudo de produção e retorno económico

Através da área disponível para instalação do sistema solar, seriam instalados 100 painéis, totalizando uma potência instalada de 26kW. Estes painéis teriam uma produção estimada anual de 50MWh com um declive ótimo de 33°, segundo o site PVGIS.

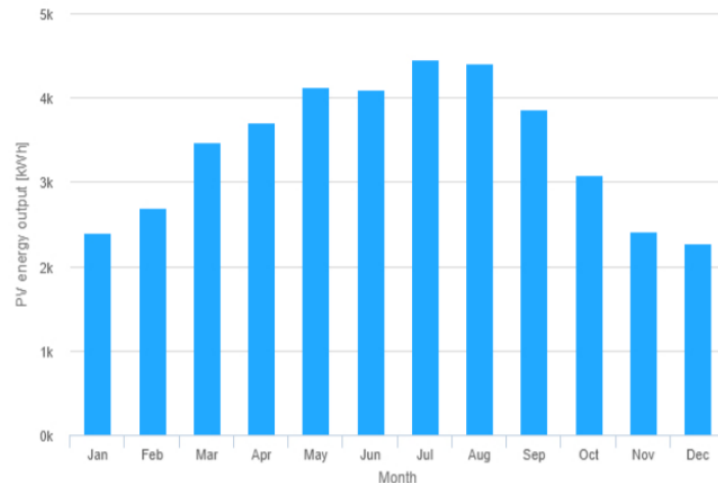


Figura 7.4. Produção mensal de eletricidade por parte do sistema PV (KWh)

Ao comparar esta estimativa com os consumos anuais da instalação (cerca de 665 MWh), é possível prever uma taxa de 7.5% de poupança anual em kWh.

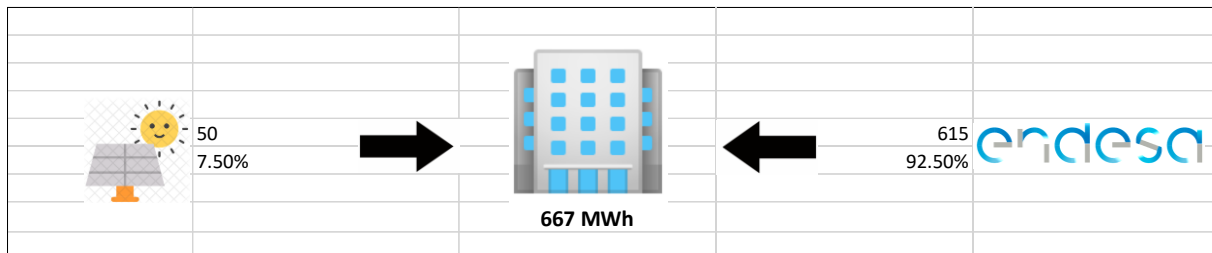


Figura 7.5. Consumo elétrico proveniente do sistema solar fotovoltaico Vs. Endesa

De acordo com a análise das faturas da eletricidade, considerou-se um valor de tarifa de remuneração médio de 0.08 €/KWh. Este é um valor conservador, assumido como valor intermédio entre as várias tarifas de remuneração existentes.

No que diz respeito ao custo da fatura energética anual, esta ronda os 98.000€. Ao comparar com a produção anual estimada (cerca de 4.000€) e com a tarifa cobrada em hora de ponta que se pouparia (cerca de 5000€/ano), conclui-se que haverá uma poupança anual estimada de 9.2%.

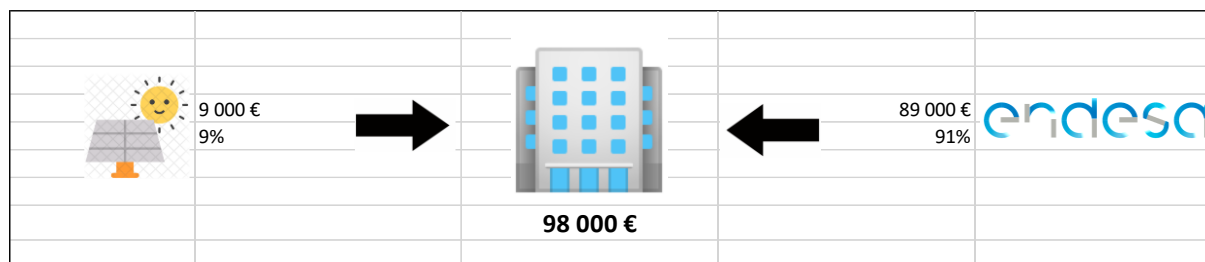


Figura 7.6. produção fotovoltaica vs Custo de consumo da rede (€)

De forma a conhecer o retorno económico que o sistema solar fotovoltaico terá, foi feito um quadro com os Cash-flows a 20 anos.

Para a realização deste quadro, foram tidos em consideração os seguintes pressupostos:

- Diminuição da produção fotovoltaica com decréscimo de 0.7% de rendimento anual;
- Aumento da tarifa energética de 2%/ano;
- Investimento para instalação de 45.000€ “chave na mão” (inclui custos dos módulos, inversores, cabos, transporte e montagem);
- Redução de 60% da tarifa de referência em potência de hora de ponta (referência: 667€/mês);
- Aumento de 1% anual da tarifa de potência em hora de ponta;
- Não foi considerada a taxa de atualização no estudo;

Tabela 7.3. Cash-flows investimento a 20 anos

ANO	Produção (KWh)	Tarifa de Venda (€/kWh)	Tarifa Potência HPT (€)	Total Poupado (€)	Manutenção (€)	Cash-flow Acumulado
0					0	-45 000
1	50 000	0.080	5 000	9 000	0	-36 000
2	49 650	0.082	5 050	9 101	0	-26 899
3	49 302	0.083	5 101	9 204	0	-17 695
4	48 957	0.085	5 152	9 308	0	-8 387
5	48 615	0.087	5 203	9 413	1 000	26
6	48 274	0.088	5 255	9 519	0	9 545
7	47 936	0.090	5 308	9 626	0	19 171
8	47 601	0.092	5 361	9 735	0	28 906
9	47 268	0.094	5 414	9 845	0	38 751
10	46 937	0.096	5 468	9 956	1 000	47 707
11	46 608	0.098	5 523	10 068	0	57 775
12	46 282	0.099	5 578	10 182	0	67 957
13	45 958	0.101	5 634	10 297	0	78 254
14	45 636	0.103	5 690	10 413	0	88 668
15	45 317	0.106	5 747	10 531	1 000	98 199
16	45 000	0.108	5 805	10 650	0	108 849
17	44 685	0.110	5 863	10 770	0	119 619
18	44 372	0.112	5 922	10 892	0	130 511
19	44 061	0.114	5 981	11 015	0	141 526
20	43 753	0.117	6 041	11 140	0	152 666

As colunas do gráfico anterior representam:

- “Produção (kWh)” - Energia produzida anualmente pelos painéis fotovoltaicos, com um decréscimo de 0.7% anual.
- “Tarifa de venda (€/kWh)” - Tarifa de remuneração média que será poupada por cada kWh.
- “Tarifa HPT (€)” – custos poupados anualmente na faturação da potência em hora de ponta, com aumento de 1% anual.
- “Total Poupado (€)” – Para o cálculo do total poupado foi utilizada a seguinte equação:  

$$(Produção (kWh) * Tarifa de venda \left(\frac{€}{kWh}\right)) + Tarifa de Potência HPT (€) \quad (1)$$
- “Manutenção (€)” – Considerou-se realizar a manutenção de 5 em 5 anos.
- “Cash-flow acumulado” – Para o cálculo do cash-flow ao longo dos anos foi feita a soma do total poupado nesse ano com o cash-flow acumulado do ano anterior.

Com este estudo económico foi possível representar o seguinte cenário resumo:

Tabela 7.4. Quadro de Resumo sistema fotovoltaico

Potência Painéis (Wp)	260
Painéis instalados	100
Potência Instalada (kWp)	26
Contributo de consumo da instalação (%)	7.5
Tarifa Referência (€/kWh)	0.08
Tarifa de Ponta de Referência (€/mês)	667
Investimento (€)	45000
Manutenção (a 20 anos) (€)	3000
Autoconsumo final (a 15 anos)	98199
Autoconsumo final (a 20 anos)	152666
TIR (15 anos)	14%
TIR (20 anos)	18%
Retorno do capital Investido	<b>5º Ano</b>

Conclui-se que, embora a instalação dos painéis apenas venha a suprir cerca de 7.5% do consumo total do complexo desportivo, este é um investimento viável, como se pode verificar pelo TIR (Taxa interna de Retorno). A partir do 5º ano dá-se o retorno do capital investido e poderão ser criadas poupanças na ordem dos 150.000€ (a 20 anos).

## **7.2. Reformulação dos sistemas de climatização**

Esta proposta visa reformular alguns sistemas de climatização existentes no complexo, nomeadamente os aparelhos termoventiladores e o sistema de ar condicionado.

Todas estas propostas são qualitativas, não tendo sido possível determinar com precisão os seus custos/poupanças.

### **7.2.1. Termoventiladores**

Sendo os termoventiladores aparelhos antigos e com uma baixa eficiência de aquecimento, propõe-se substituir estes por bombas de calor.

As bombas de calor são sistemas de alta eficiência (COP superior a 4) que têm como objetivo o aquecimento/arrefecimento dos espaços em que se inserem. São compostas por uma unidade exterior e uma unidade interior.

Caso fossem instalados estes equipamentos, existiria uma poupança anual estimada de 20% no consumo total dos termoventiladores.

### **7.2.2. Sistema de ar condicionado**

Propõe-se a substituição dos equipamentos mais antigos / menos eficientes (COP 2 e COP 2.5) por uns mais eficientes e com tecnologia “inverter” (COP 4+). (Os mais recentes, quando ligados, usam a potência de forma gradual e não na potencia máxima, como acontece com os aparelhos mais antigos).

Propõe-se também fazer uma gestão eficiente das unidades exteriores existentes, ou seja, procurar utilizar o máximo número de unidades interiores para uma unidade exterior (sendo esta última a que consome mais energia).

Com estas medidas, estima-se uma poupança uma poupança anual de 10-20% no sistema de ar condicionado.

## **7.3. Instalação de sensores de iluminação**

Embora se considere que o Ginásio Clube Português já faça uma boa gestão do seu sistema de iluminação (com lâmpadas 100% LED, níveis de iluminação consoante a exposição solar e racionalização do numero de lâmpadas nos pontos de luz), apresentam-se de seguida alguns conselhos com o objetivo de potenciar a redução do consumo de energia e otimizar os sistemas existentes:

- Instalação de sensores “*photocontrol*” nos vãos de escadas existentes. Estes sensores detetam o nível de luminosidade e ligam/desligam as luzes existentes neste espaço consoante a luz presente. A instalação destes sensores evitaria o trabalho manual da equipa de manutenção (já que ligam e desligam as luzes todos os dias, de forma manual, no quadro elétrico).



- Instalação de sensores de movimento do tipo “*vacancy control*” nos ginásios desportivos. Estes tipos de sensores requerem que o utilizador ligue a luz manualmente, no entanto, esta é desligada automaticamente a partir do momento em que o espaço fica desocupado. Os sensores podem ser por infravermelhos (detetam calor) e/ou ultrassónicos.

#### **7.4. Colocação de Caixilharias nas janelas no Bloco B do complexo**

Tendo sido recentemente colocadas caixilharias com um maior isolamento térmico (isolamento em PVC) nas janelas do Bloco A, propõe-se que a instalação seja alargada também ao bloco B (janelas da sala de exercício, dos gabinetes de direção, do ginásio 21 e do ginásio 53).

Visto a instalação da caixilharia do bloco A ter terminado apenas há uns meses, ainda não foi possível contabilizar os seus benefícios, no entanto, sendo as caixilharias antigas (anos 80), estimam-se benefícios térmicos significativos com a sua renovação.

#### **7.5. Outras sugestões de melhoria**

Outras pequenas melhorias gerais podem ser implementadas de forma a reduzir o consumo de eletricidade, sendo elas:

- Na cozinha:

*Frigoríficos:*

- Regular e manter constante as temperaturas do termostato para as temperaturas ideais de conservação dos alimentos (+3 a +5°C) e no congelador (-18°C). Temperaturas inferiores aumentam os consumos em cerca de 10%, podendo também estragar alguns alimentos.
- Verificar se as borrachas das portas vedam bem. Se estiverem secas e gretadas, devem ser substituídas para evitar trocas de calor entre o exterior e o interior.
- Optar por frigoríficos mais eficientes e substituir aqueles com mais de dez anos.
- Manter afastado de fontes de calor.

*Micro-ondas:*

- Escolher a temperatura a usar de acordo com as necessidades.

- Na Lavandaria:

*Máquinas de lavar roupa:*

- Utilizar sempre que possível, em cada ciclo de lavagem, a capacidade máxima de carga.
- Não exceder a capacidade máxima do aparelho, que danifica a cuba e impede uma boa lavagem.
- Recorrer a programas de baixas temperaturas, sem prejuízo da lavagem da roupa.

*Máquinas de secar roupa:*

- Limpar os filtros para evitar que o consumo de eletricidade aumente com a utilização deste equipamento.
- Centrifugar o máximo possível antes de secar a roupa na máquina. A secagem pela centrifugação é 70 vezes mais económica, do que a da máquina de secar.

- Nos Gabinetes:

- Não deixar os equipamentos ligados quando não estão a ser utilizados.
- Utilizar multi tomadas para ligar e desligar vários equipamentos associados.
- Activar as opções de “stand-by” e hibernação para pequenos períodos de ausência. Desligar em grandes períodos de ausência.

- Geral – No complexo:

- Utilizar anúncios de sensibilização a uma eficiente utilização dos espaços comuns para funcionários e clientes. Utilização consciente da climatização, da iluminação, dos vários equipamentos elétricos, da água, entre outros.
- Efetuar regularmente a manutenção de todos os equipamentos.
- Proceder à certificação energética do edifício.
- Realizar um documento único, pormenorizado, com todos os equipamentos consumidores de energia instalados.

## 8. Conclusões e trabalho futuro

Os consumidores, individualmente, não conseguem controlar o preço da energia ou as políticas energéticas utilizadas num determinado País. Conseguem, no entanto, controlar a forma como gerem e utilizam o seu consumo de energia.

No caso particular de um edifício de serviços, existe uma infinidade de medidas de eficiência energética que podem ser utilizadas. Alcançar uma maior eficiência energética em conjunto com uma boa gestão das necessidades do edifício permitem atingir consumos menores de energia e consequentemente uma poupança significativa nas suas faturas de energia, contribuindo para a preservação dos recursos energéticos, mitigação dos efeitos do aquecimento global e criação de uma sustentabilidade ambiental, social e económica.

Para tal é necessário ter um conhecimento pormenorizado dos equipamentos e sistemas consumidores de energia, surgindo assim a realização da auditoria ao edifício sede do Ginásio Clube Português.

Durante a auditoria, foi feito o levantamento possível de todo o edifício, das atividades que decorrem nos vários espaços, dos horários, dos equipamentos consumidores de energia e do sistema de painéis solares térmicos instalados. Fez-se a análise das faturas de gás natural e eletricidade para os anos de 2018 e 2019 e apresentou-se indicadores de desempenho. Efetuaram-se também leituras nos contadores instalados e procedeu-se à desagregação dos consumos.

A análise realizada ao complexo permitiu concluir que, no que respeita ao consumo de eletricidade, a climatização é responsável por 39%, a lavandaria 18%, a iluminação 17%, e o remanescente repartido pelos espaços concessionados e restantes equipamentos, com especial incidência nos equipamentos da sala de exercícios, elevadores e cozinha.

O ciclo horário contratado é o semanal, verificando-se maior consumo em período cheia, justificado pelo período em que o complexo tem uma maior taxa de utilizadores nas suas instalações. Ocorre uma diminuição de consumo nos meses de Maio a Setembro, proporcional ao acréscimo de temperatura.

No que respeita ao gás natural, as caldeiras são responsáveis quase na totalidade pelo seu consumo. Tal como acontece no consumo de eletricidade também o consumo de gás natural diminui mais acentuadamente de Maio a Setembro.

Verifica-se que a energia total consumida é repartida da seguinte forma: 88% eletricidade e 12% gás natural.

Foi comparado o consumo de energia primária com um estudo realizado em vários países Europeus para complexos desportivos semelhantes ao caso de estudo (relatório Step2Sport). Verificou-se com este estudo que os valores do GCP são semelhantes aos do complexo estudado em Itália (Catânia). Quando são comparados os valores da desagregação de consumos em percentagem, verifica-se também uma similaridade entre o GCP e o referido relatório.

Face a todos estes indicadores, foi proposta a implantação de um sistema solar fotovoltaico no topo do edifício. O sistema solar fotovoltaico conta com uma potência instalada de 26kWp, distribuída por 100 painéis da marca S-Energy. Este sistema terá um investimento total aproximado de 45.000€, com retorno do capital investido no 5º ano. Estima-se uma poupança de energia consumida à rede de cerca de 7.5%.

No âmbito da climatização (importante consumidor de energia no edifício), foi proposto a substituição dos termoventiladores antigos por sistemas modernos mais eficientes (como as bombas de calor) e a reformulação do sistema de ar condicionado, substituindo os aparelhos mais antigos (menos eficientes) por outros mais recentes (mais eficientes) e fazendo uma melhor gestão do número de unidades exteriores.

Refere-se também a necessidade de alargar a todo o edifício a renovação de caixilharias de portas e janelas para o exterior.

No âmbito da iluminação foi proposto a colocação de sensores em alguns locais estratégicos específicos. (como corredores e ginásios).

Por último foram sugeridas pequenas melhorias que podem ser postas em prática de forma a melhorar o consumo de alguns espaços e equipamentos específicos e apelar a todos os utilizadores do edifício um uso consciente, mais sustentável, com menor desperdício e mais amigo do ambiente.

O caso de estudo analisado possibilitou o desenvolvimento de competências de levantamento dimensional de edifícios, de medição, monitorização e tratamento de valores medidos, caracterização da envolvente térmica do edifício, assim como a caracterização de sistemas de climatização.

No futuro, sugere-se a obtenção de um certificado energético, através de uma empresa qualificada e um plano de racionalização de energia (obrigatório para grandes edifícios de serviços).

## Referências bibliográficas

- [1] ADENE (2010) ‘Guia da eficiência energética’ [em PDF], *Adene - Agência para a energia*, Lisboa. Disponibilidade e acesso em: [http://www.louleadapta.pt/uploads/document/11\\_ADENE\\_Guia\\_Eficiencia\\_Energetica.pdf](http://www.louleadapta.pt/uploads/document/11_ADENE_Guia_Eficiencia_Energetica.pdf)
- [2] Dateandtime.info (2020) ‘Calendário do nascer e do pôr do sol — Lisboa, Portugal’. [Data de consulta a 10-04-2020]. Disponibilidade e acesso em: <https://dateandtime.info/pt/citysunrisesunset.php?id=2267057&month=12&year=2018>
- [3] Desideri U. and Asdrubali F. (2018) ‘Handbook of Energy in Buildings: A Life Cycle Approach’, pp. 677 – 700. Butterworth-Heinemann. ISBN: 9780128128176.
- [4] Despacho n.º 15793-D/2013 de 3 de dezembro. Diário da República n.º 234/2013, 3.º Suplemento, II Série de 2013-12-03. *Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia - Direção-Geral de Energia e Geologia*, pp. 35088-(13) a 35088-(13).
- [5] Direção-Geral de Energia e Geologia (2020) ‘Estatística - Energia’. [Data de consulta a 10-10-2020]. Disponibilidade e acesso em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/estatistica/energia/>
- [6] Endesa (2020) ‘Períodos Horários da Eletricidade’. [Data de consulta a 10-03-2020]. Disponibilidade e acesso em: [https://www.endesa.pt/particulares/apoiocliente/periodos\\_horario\\_luz](https://www.endesa.pt/particulares/apoiocliente/periodos_horario_luz)
- [7] EnergySage, LLC (2020) ‘S-Energy Solar Panels’. [Data de consulta a 18-11-2020]. Disponibilidade e acesso em: <https://www.energysage.com/solar-panels/s-energy/1293/sn360m-10/>
- [8] European Commission (2019) ‘Photovoltaic Geographical Information System - Monthly Irradiation Data’. [Data de consulta a 12-10-2020]. Disponibilidade e acesso em: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/#MR](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#MR)
- [9] European Commission (2019) ‘Photovoltaic Geographical Information System – Performance of Grid-connected PV’. [Data de consulta a 05-09-2020] Disponibilidade e acesso em: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/#PVP](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP)

[10] Eurotérmica (2016) ‘Autoconsumo Fotovoltaico PME's’. [Data de consulta a 10-11-2020]. Disponibilidade e acesso em: <http://www.eurotermica.pt/solucoes/autoconsumo-fotovoltaico-pme.aspx>

[11] Ginásio Clube Português (2020), GCP. [Data de consulta a 10-04-2020]. Disponibilidade e acesso em: <http://www.gcp.pt>

[12] Leitat and Sea (2014) ‘D2.2. Integrated report. Energy audits and Energy Performance Certification’, Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union. [Data de consulta a 05-09-2020]. Disponibilidade e acesso em: [http://step2sport.eu/sport/wp-content/uploads/2014/12/WP2\\_20141219\\_STEP-2-SPORT\\_D2.2\\_Integrated\\_report.pdf](http://step2sport.eu/sport/wp-content/uploads/2014/12/WP2_20141219_STEP-2-SPORT_D2.2_Integrated_report.pdf)

[13] Meteored (2020) ‘Tempo em Lisboa’. [Data de consulta a 10-04-2020]. Disponibilidade e acesso em: <https://www.tempo.pt/lisboa-sactual.html>

[14] Neta, M. (2020) ‘Energia útil e dissipada’. [Data de consulta a 10-03-2020]. Disponibilidade e acesso em: <http://www.fq.pt/energia/energia-util-e-dissipada>

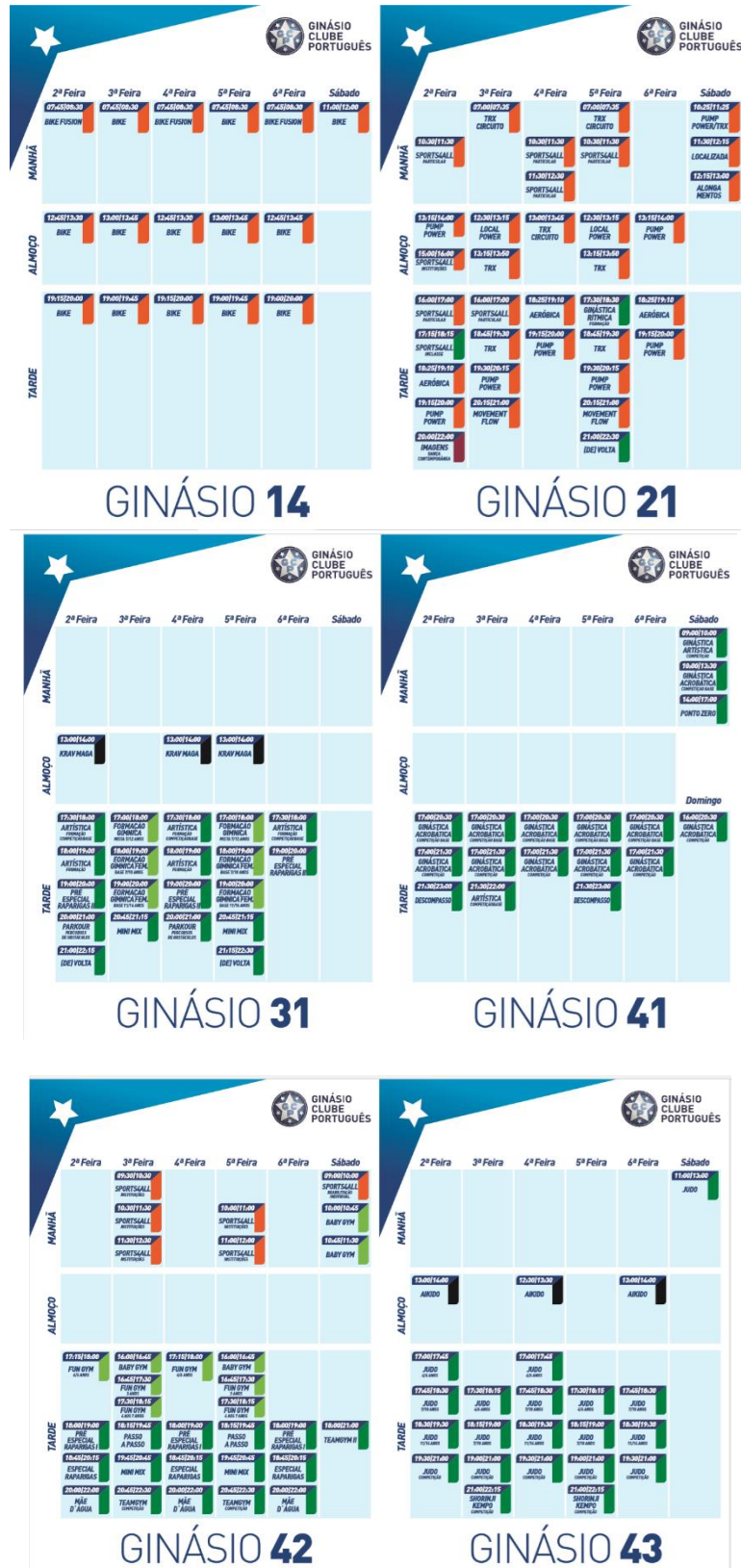
[15] s-energy (2014) ‘SM-260PC8 Polycrystalline PV module’. [Data de consulta em 18-11-2020]. Disponibilidade e acesso em: [http://senergy.designq.kr/image/SEDatesheet\\_260PC8\\_3BB\\_60\\_2014\\_EN\\_V05.pdf](http://senergy.designq.kr/image/SEDatesheet_260PC8_3BB_60_2014_EN_V05.pdf)

[16] Shapiro, I. M. (2016) ‘Energy Audits and Improvements for Commercial Buildings: Lighting’, pp. 71 – 98. ISBN: 9781119084167. [Data de consulta a 20-06-2020]. Disponibilidade e acesso em: Wiley Online Library.

## Anexos

### Anexo I – Folhas de Ocupação - Ginásios







[illegible]

GINÁSIO 52

[illegible]

GINÁSIO 53

	2ª Feira	3ª Feira	4ª Feira	5ª Feira	6ª Feira	Sábado
<b>MANHÃ</b>	07-03386.30 CLAYAS		07-03386.30 CLAYAS		07-03386.30 CLAYAS	
<b>ALMOÇO</b>		13-20716.30 JUDO DO PAI		13-20716.30 JUDO DO PAI		
<b>TARDE</b>		07-03386.40 PÁRE ATÍNGICA GRUPO		07-03386.40 PÁRE ATÍNGICA GRUPO		
		08-03320.30 ATÍNGICA GRUPO		08-03320.30 ATÍNGICA GRUPO		
		08-20022.40 ARTISTAS				
						08-03320.10 LYRICAL JAZZ

GINÁSIO 53

[illegible]

GINÁSIO 61

		 <b>GINÁSIO CLUBE PORTUGUÊS</b>					
		2ª Feira	3ª Feira	4ª Feira	5ª Feira	6ª Feira	Sábado
MAMÃ							<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>
ALMOÇO							
TARDE		<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>
		<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>
		<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>
		<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>	<b>MANHÃ</b> <b>GIMNÁSTICA ARTÍSTICA</b> <small>10h30-12h30</small>
<b>PORTO 2020</b>							

GINÁSIO 62

GINÁSIO CLUBE PORTUGUÊS						
	2ª Feira	3ª Feira	4ª Feira	5ª Feira	6ª Feira	Sábado
<b>MANHÃ</b>	08:00-09:00 PILATES I	08:00-09:00 PILATES I	08:00-09:00 PILATES I	08:00-09:00 PILATES I	08:00-09:00 PILATES I	
	09:00-09:45 PILATES II	09:00-09:45 PILATES II	09:00-09:45 PILATES II	09:00-09:45 PILATES II	09:00-09:45 PILATES II	
	10:00-10:45 PILATES III	10:00-10:45 PILATES III	10:00-10:45 PILATES III	10:00-10:45 PILATES III	10:00-10:45 PILATES III	
<b>ALMOÇO</b>	12:00-13:00 PILATES IV	12:00-13:00 PILATES IV	12:00-13:00 PILATES IV	12:00-13:00 PILATES IV	12:00-13:00 PILATES IV	
	13:00-14:00 PILATES V	13:00-14:00 PILATES V	13:00-14:00 PILATES V	13:00-14:00 PILATES V	13:00-14:00 PILATES V	
<b>TARDE</b>	15:00-16:00 DANÇA	15:00-16:00 DANÇA	15:00-16:00 DANÇA	15:00-16:00 DANÇA	15:00-16:00 DANÇA	
	16:00-17:00 PILATES I	16:00-17:00 PILATES I	16:00-17:00 PILATES I	16:00-17:00 PILATES I	16:00-17:00 PILATES I	
	17:00-18:00 PILATES II	17:00-18:00 PILATES II	17:00-18:00 PILATES II	17:00-18:00 PILATES II	17:00-18:00 PILATES II	
	18:00-19:00 PILATES III	18:00-19:00 PILATES III	18:00-19:00 PILATES III	18:00-19:00 PILATES III	18:00-19:00 PILATES III	
	19:00-20:00 PILATES IV	19:00-20:00 PILATES IV	19:00-20:00 PILATES IV	19:00-20:00 PILATES IV	19:00-20:00 PILATES IV	
	20:00-21:00 DANÇA JAZZ	20:00-21:00 DANÇA JAZZ	20:00-21:00 DANÇA JAZZ	20:00-21:00 DANÇA JAZZ	20:00-21:00 DANÇA JAZZ	

**GINÁSIO 71**

GINÁSIO CLUBE PORTUGUÊS						
	2ª Feira	3ª Feira	4ª Feira	5ª Feira	6ª Feira	Sábado
<b>MANHÃ</b>						08:00-09:00 KARATE SHOTOKAN
	09:00-10:00 HIP HOP KIDS I	09:00-10:00 GAF	09:00-10:00 HIP HOP KIDS I	09:00-10:00 SPORTS HALL	09:00-10:00 HIP HOP KIDS I	
	10:00-11:00 HIP HOP KIDS II	10:00-11:00 DANÇA	10:00-11:00 HIP HOP KIDS II	10:00-11:00 GAF	10:00-11:00 HIP HOP KIDS II	
	11:00-12:00 DANÇA	11:00-12:00 HIP HOP	11:00-12:00 DANÇA	11:00-12:00 SALSA	11:00-12:00 HIP HOP	
<b>ALMOÇO</b>	12:00-13:00 PILATES I	12:00-13:00 PILATES I	12:00-13:00 PILATES I	12:00-13:00 PILATES I	12:00-13:00 PILATES I	
	13:00-14:00 PILATES II	13:00-14:00 PILATES II	13:00-14:00 PILATES II	13:00-14:00 PILATES II	13:00-14:00 PILATES II	
<b>TARDE</b>	15:00-16:00 DANÇA	15:00-16:00 DANÇA	15:00-16:00 DANÇA	15:00-16:00 DANÇA	15:00-16:00 DANÇA	
	16:00-17:00 PILATES I	16:00-17:00 PILATES I	16:00-17:00 PILATES I	16:00-17:00 PILATES I	16:00-17:00 PILATES I	
	17:00-18:00 PILATES II	17:00-18:00 PILATES II	17:00-18:00 PILATES II	17:00-18:00 PILATES II	17:00-18:00 PILATES II	
	18:00-19:00 PILATES III	18:00-19:00 PILATES III	18:00-19:00 PILATES III	18:00-19:00 PILATES III	18:00-19:00 PILATES III	
	19:00-20:00 PILATES IV	19:00-20:00 PILATES IV	19:00-20:00 PILATES IV	19:00-20:00 PILATES IV	19:00-20:00 PILATES IV	
	20:00-21:00 DANÇA JAZZ	20:00-21:00 DANÇA JAZZ	20:00-21:00 DANÇA JAZZ	20:00-21:00 DANÇA JAZZ	20:00-21:00 DANÇA JAZZ	

**GINÁSIO 72**

GINÁSIO CLUBE PORTUGUÊS						
	2ª Feira	3ª Feira	4ª Feira	5ª Feira	6ª Feira	Sábado
<b>MANHÃ</b>	08:00-09:00 YOGA	08:00-09:00 YOGA	08:00-09:00 YOGA	08:00-09:00 YOGA	08:00-09:00 YOGA	
	09:00-10:00 YOGA	09:00-10:00 YOGA	09:00-10:00 YOGA	09:00-10:00 YOGA	09:00-10:00 YOGA	
	10:00-11:00 YOGA	10:00-11:00 YOGA	10:00-11:00 YOGA	10:00-11:00 YOGA	10:00-11:00 YOGA	
	11:00-12:00 YOGA	11:00-12:00 YOGA	11:00-12:00 YOGA	11:00-12:00 YOGA	11:00-12:00 YOGA	
<b>ALMOÇO</b>	12:00-13:00 YOGA	12:00-13:00 YOGA	12:00-13:00 YOGA	12:00-13:00 YOGA	12:00-13:00 YOGA	
	13:00-14:00 YOGA	13:00-14:00 YOGA	13:00-14:00 YOGA	13:00-14:00 YOGA	13:00-14:00 YOGA	
<b>TARDE</b>	15:00-16:00 YOGA	15:00-16:00 YOGA	15:00-16:00 YOGA	15:00-16:00 YOGA	15:00-16:00 YOGA	
	16:00-17:00 YOGA	16:00-17:00 YOGA	16:00-17:00 YOGA	16:00-17:00 YOGA	16:00-17:00 YOGA	
	17:00-18:00 YOGA	17:00-18:00 YOGA	17:00-18:00 YOGA	17:00-18:00 YOGA	17:00-18:00 YOGA	
	18:00-19:00 YOGA	18:00-19:00 YOGA	18:00-19:00 YOGA	18:00-19:00 YOGA	18:00-19:00 YOGA	
	19:00-20:00 YOGA	19:00-20:00 YOGA	19:00-20:00 YOGA	19:00-20:00 YOGA	19:00-20:00 YOGA	
	20:00-21:00 KARATE SHOTOKAN	20:00-21:00 KARATE SHOTOKAN	20:00-21:00 KARATE SHOTOKAN	20:00-21:00 KARATE SHOTOKAN	20:00-21:00 KARATE SHOTOKAN	

**GINÁSIO 81**

## Anexo II – Pressupostos – Desagregação de consumos

- Iluminação:

	Piso	Potência Instalada (kW)	Horas de uso diário - Verão	Horas de uso diário - Inverno	Energia (kWh/verão)	Energia (kWh/inverno)	Energia Total (kWh/ano)	Energia anual Desagregada ( MWh)
Edifício	0	2.0	6.0	6.0	1584.0	1584.0	3168.0	113
	1	5.6	7.0	7.0	5197.5	5197.5	10395.0	
	2	5.6	7.0	8.0	5183.6	5924.2	11107.8	
	3	4.5	7.0	8.0	4181.1	4778.4	8959.5	
	4	6.5	6.0	7.0	5148.0	6006.0	11154.0	
	5	8.5	6.0	7.0	6692.4	7807.8	14500.2	
	6	3.8	5.0	6.0	2475.0	2970.0	5445.0	
	7	2.5	4.0	6.0	1320.0	1980.0	3300.0	
	8	1.5	4.0	6.0	792.0	1188.0	1980.0	
Estacionamento	-1	4.5	5.0	5.0	3001.7	3001.7	6003.4	
	0	6.1	15.0	15.0	12022.6	12022.6	24045.1	
	1	6.0	5.0	5.0	3936.2	3936.2	7872.5	
Espaços Exteriores	-	3.8	4.0	6.0	2027.5	3041.3	5068.8	

- Elevadores

Elevadores								
Equipamentos	Regime de func.(manobras/h)	curso(m)	Potencia ( Cv)	kW	H. diárias funcionamento	H. anuais funcionamento	Consumo anual (kWh)	Energia anual Desagregada ( MWh)
Elevador nº1	120	22	16	12	5	1800	21600	61
Elevador nº2	120	22	16	12	5	1800	21600	
Elevador nº3	120	15	12	9	5	1800	16200	
Monta-cargas	-	26	5.4	4	1	360	1440	

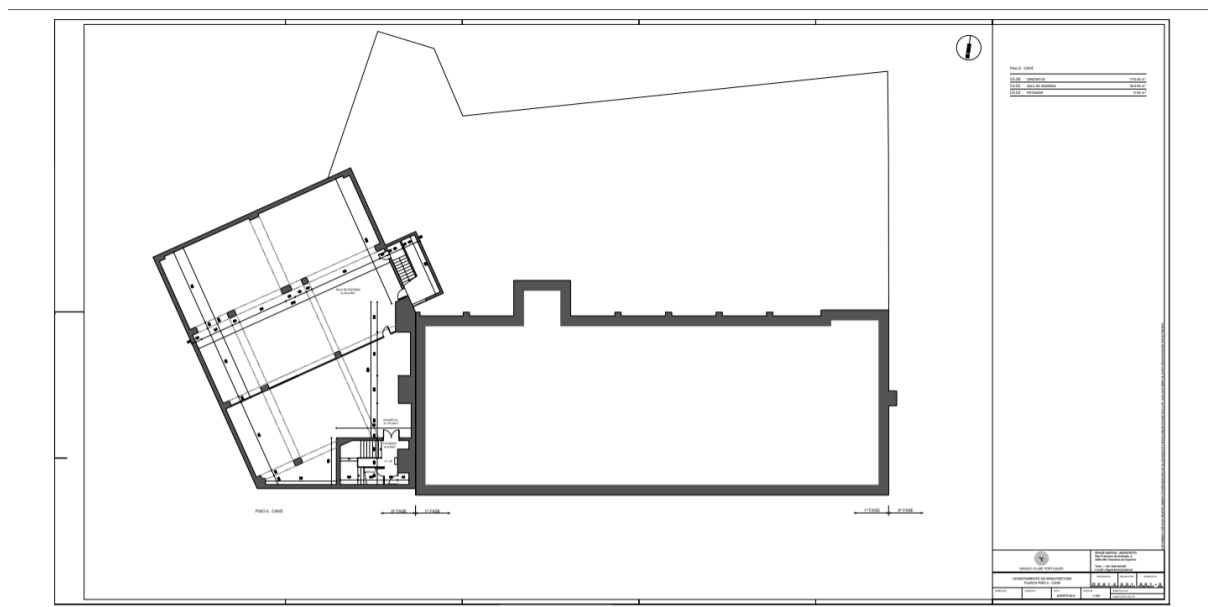
# Auditoria energética ao edifício do Ginásio Clube Português

- Climatização:

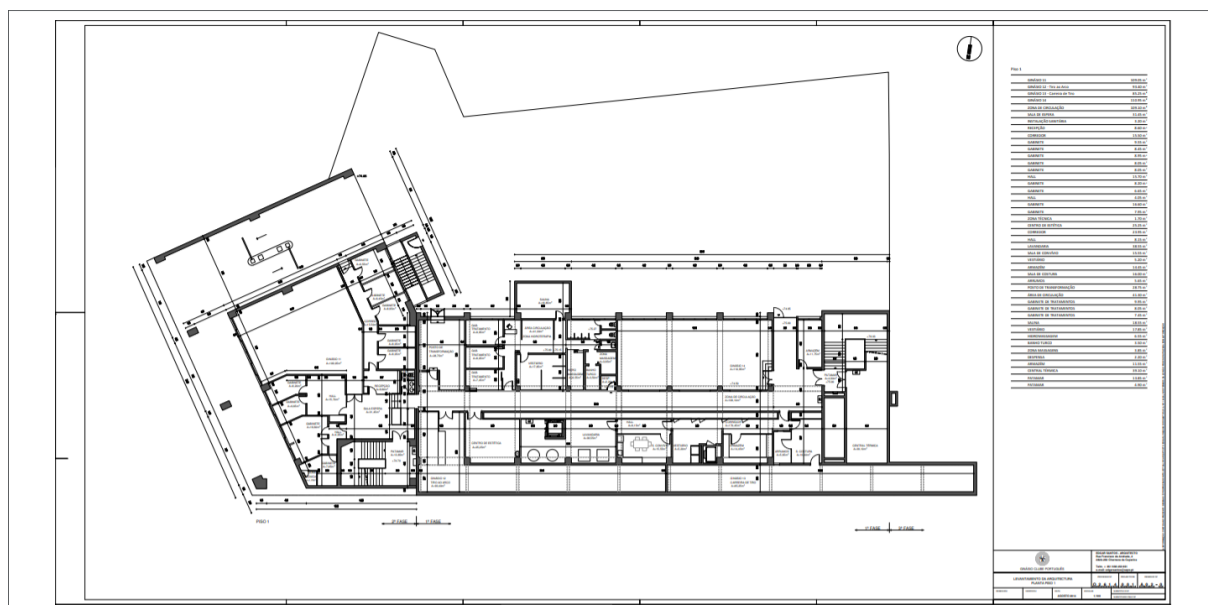
	TermoVentiladores							
	Piso	Espaço	Marca/modelo	Potencia Total (kW)	Horas de uso diário - Verão	Horas de uso diário - Inverno	Energia (kWh/inverno)	Energia anual Desagregada ( MWh)
Edifício	4	Gin.41 / Gin. 43	S&P EC-3N	18	0	7	11718	25.7
	5	Gin.53	S&P EC-3N	12	0	8	8928	
	6	Gin. 62	S&P EC-3N	9	0	6	5022	
Sistema de ventilação do estacionamento								
	Referência	Quantidade	Tipo	Potência Total instalada [kW]	Horas de uso diário - Verão	Horas de uso diário - Inverno	Energia (kWh/ano)	Energia anual Desagregada ( MWh)
Estaciona mento	VI 1	2	Caixa de Ventilação	3.0	5	7	7812	40
	VI 2	1	Ventilador helicocentrifugo	0.1	5	7	312	
	VI 3	1	Ventilador axial	0.7	5	7	1823	
	VI 4	1	Ventilador helicocentrifugo	0.0	5	7	78	
	VE 1	1	Ventilador helicocentrifugo	0.1	5	7	312	
	VE 2	1	Ventilador axial	0.7	5	7	1823	
	VE 3	1	Ventilador axial	0.7	5	7	1823	
	VE 4	1	Ventilador axial	0.7	5	7	1823	
	VIMP 1	6	Ventilador helicoidal de impulso	4.8	5	7	12499	
	VIMP 2	4	Ventilador helicoidal de impulso	4.4	5	7	11458	
UTA								
	Espaço	Caudal (m3/h)	Marca/Modelo	Potencia total (Kw)	Horas de uso diário - Verão	Horas de uso diário - Inverno	Energia Total (kWh/ano)	Energia anual Desagregada ( MWh)
Edifício	Gin.21	3960	LENNOX BHK025NS	12.9	8	8	31099	89
	Gin.14	2900	LENNOX BHK020NS	10.1	3	3	7310	
	Gin.32	9000	AERMEC	17	10	10	50220	
Ar Condicionado								
	Piso	Nº de unidades	Potência de arrefecimento (kW)	Potência de aquecimento	Horas de uso diário - Verão	Horas de uso diário - Inverno	Energia Total (kWh/ano)	Energia anual Desagregada ( MWh)
Edifício	0	1	7.1	7.6	3	3	2344	144
		2	14.2	15.2	3	3	9374	
	1	1	1.7	1.9	4	4	765	
		1	1.7	1.9	5	5	957	
		1	1.7	1.9	5	5	957	
		1	1.8	1.9	5	5	983	
		1	1.24	1.17	0	0	0	
		2	1.7	1.9	5	5	1913	
	2	7	1.7	1.9	4	4	5357	
	3	1	5	5.6	2	2	1127	
		1	1.7	1.9	4	4	765	
	4	4	0	0	2	3	111281	
		2	0	0	1	1	6558	
	7	1	1.7	1.9	2	2	383	
	8	1	1.7	1.9	4	4	765	

### Anexo III – Plantas de Arquitetura

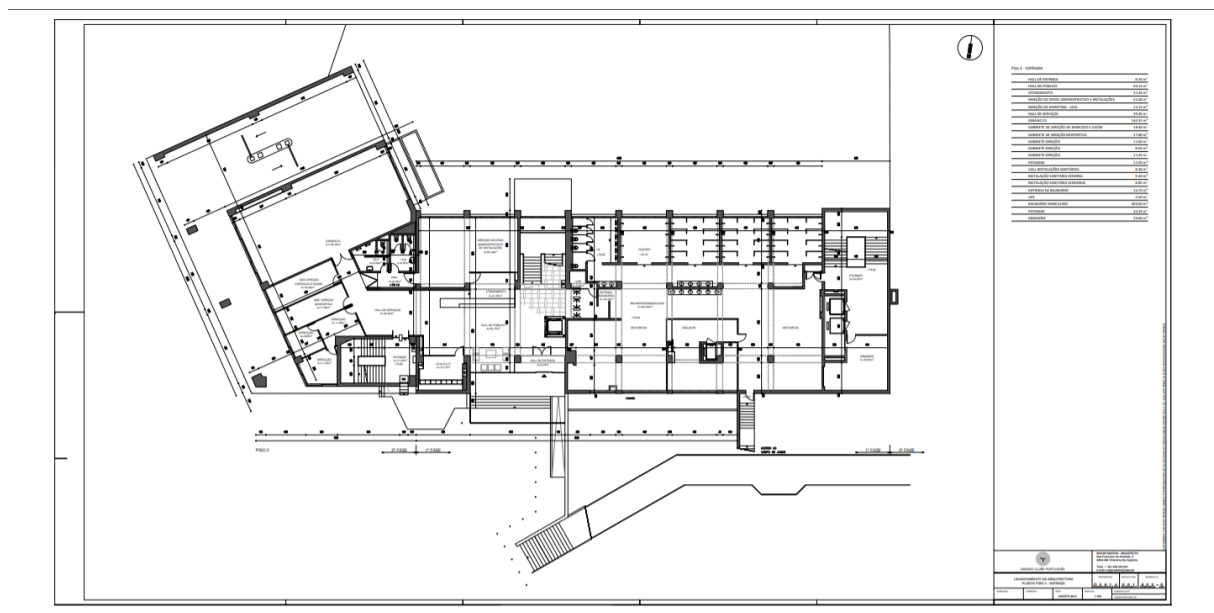
#### - Piso 0



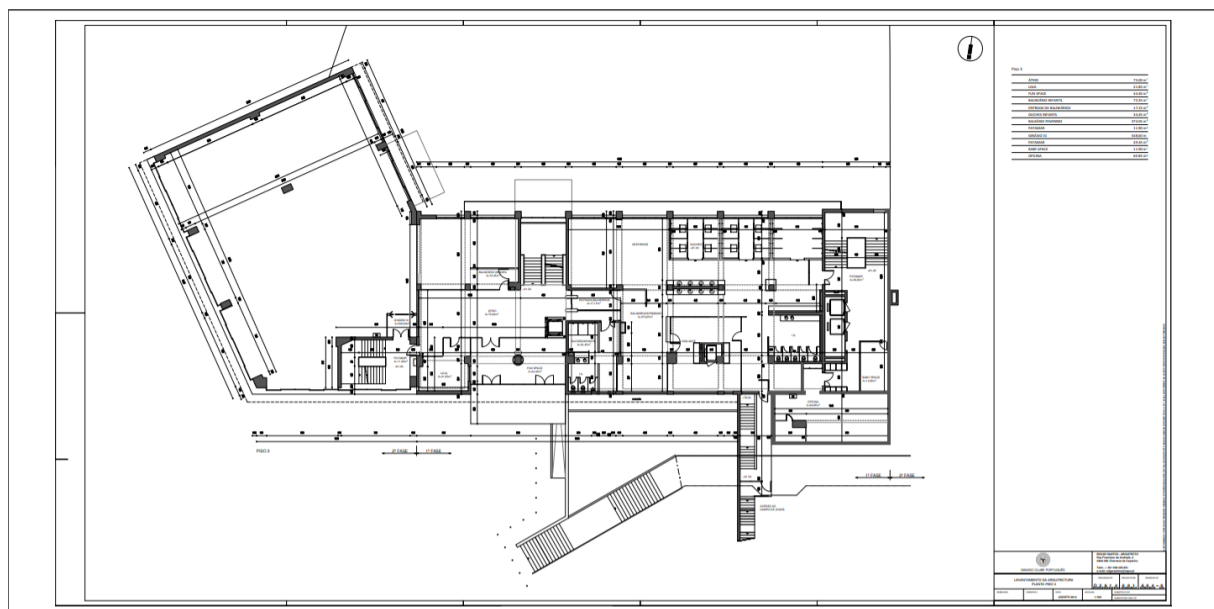
#### - Piso 1



- Piso 2

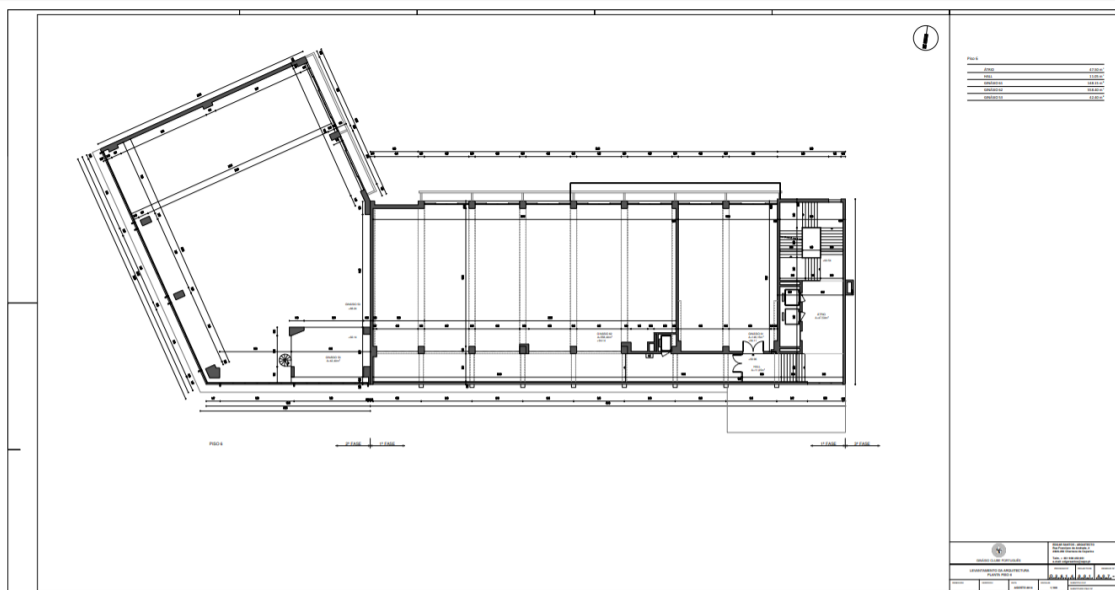


- Piso 3

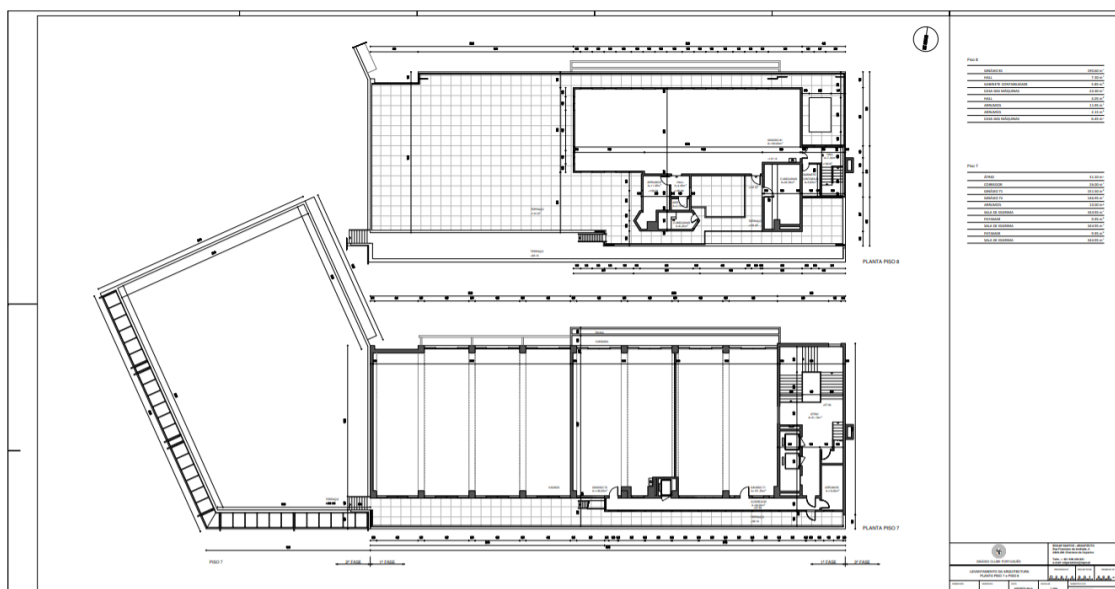




- Piso 6



- Piso 7 + 8





## Anexo IV – Características dos ascensores nº1 e nº2

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS (ASCENSORES Nº 1 e 2)	
VERSÃO	Eléctrico
CARGA ÚTIL	1000 Kg / 13 Pessoas
VELOCIDADE	1,00 m/s, com variação de velocidade por variação de frequência (VVVF)
CURSO	22 metros
PARAGENS   ACESSOS	6 / 6, contidos no mesmo plano vertical – ( 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 )
CABINA	Modelo "SINTRA", construída em chapa de aço, com <b>insonorização adequada</b> , e com os seguintes acabamentos interiores
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensões</li> <li>- Painéis Laterais</li> <li>- Painel de fundo</li> <li>- Corrimão</li> <li>- Botoneira</li> <li>- Tecto</li> <li>- Iluminação</li> <li>- Pavimento</li> <li>- Outros equipamentos</li> </ul>	1,40 x 1,60 x 2,05 m (LxPxAl) Em aço inox AISI 304 e bandas verticais adjacentes ao painel de entrada Em aço inox AISI 304 e com espelho gris ou bronze na 1/2 superior Em aço inox AISI 304 Em aço inox AISI 304 Indirecta com equipamento fluorescente Em borracha pitorrada preta Comunicador bidireccional
PORTA DE CABINA	Automática, telescópica central, com abertura útil de 0,80 x 2,00 m (LxA), em aço inox AISI 304 Cortina de infravermelhos Abertura e fecho com variação de frequência - VVVF
PORTAS DE PATAMAR	Automática, telescópica lateral, com abertura útil de 0,80 x 2,00 m (LxA), em aço inox AISI 304
SINALIZAÇÃO DA CABINA	Luminosa de registo de manobra Luminosa e acústica de excesso de carga Digital de posição de cabina
SINALIZAÇÃO DOS PATAMARES	Luminosa de registo de chamada Setas de sentido de marcha Digital de posição de cabina no R/C Acústica de chegada da cabina ao piso - Gong
COMANDO	Duplex selectivo à descida, sistema de microprocessador Comutação para comando de bombeiros e incóndio
MÁQUINA	Potência: 18 CV Regime de funcionamento: 120 manobras / h Localização: Em cima, em casa das máquinas na vertical do poço
CORRENTE ELÉCTRICA	Trifásica, 230 / 400 Volts, 50 Hz
PÁRAQUEDAS NA CABINA	Incluído, de acção progressiva, à subida e à descida
PÁRAQUEDAS NO CONTRAPESO	Não possui
CAIXA CONSIDERADA	4,00m x 2,00m (LxP)
ILUMINAÇÃO DA CAIXA	Incluída

## Anexo V – Fotografias do complexo desportivo

